ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Dastre*, pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Marey*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Dastre** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Remarques sur quelques règles thermochimiques relatives à la possibilite et à la prévision des réactions;* par M. **Berthelot**.

« On énonce d'ordinaire comme une vérité presque évidente et une loi thermochimique cette assertion que l'action chimique est accompagnée par un dégagement de chaleur, sans définir d'ailleurs ce qu'on entend par l'action chimique; l'énoncé précédent a même été parfois confondu avec le principe du travail maximum. Il y a là plusieurs erreurs et malentendus, qu'il paraît utile d'éclaircir par une analyse exacte des phénomènes.

» En premier lieu et en fait, cette assertion est erronée; car les actions chimiques véritables, envisagées dans les conditions des observations cou-

rantes, sont presque aussi souvent accompagnées par une absorption de chaleur que par un dégagement de chaleur.

» C'est ce qu'il est facile d'établir. En effet, toute action chimique réelle peut être regardée comme la somme d'un certain nombre d'actions chimiques simples, à savoir : la combinaison directe et la décomposition inverse. Admettons, pour écarter toute complication dans la comparaison du début des phénomènes, que l'on opère à une température maintenue constante. Or l'acte chimique de la combinaison directe est accompagné, en général, par un dégagement de chaleur; tandis que le phénomène inverse, qui est également un acte chimique, — dissociation réversible ou décomposition irréversible, — opéré à une température constante (mais plus élevée d'ordinaire que celle de la combinaison), est susceptible de se produire à un titre aussi certain et d'une façon corrélative, c'est-à-dire avec absorption de chaleur.

» En outre, les actions chimiques complexes sont fréquemment la somme d'un certain nombre de combinaisons et de décompositions ou dissociations simples; par conséquent, ces actions chimiques complexes sont susceptibles de se réaliser tantôt avec dégagement de chaleur, tantôt avec absorption, comme les réactions chimiques simples elles-mêmes.

» Ces notions étant incontestables, et les deux groupes de phénomènes étant d'ailleurs confondus dans les mêmes formules abstraites de la thermodynamique, est-il légitime, c'est-à-dire conforme à l'expérience courante, d'envisager comme règle générale de la possibilité de l'action chimique, simple ou complexe, un calcul établissant qu'elle dégage de la chaleur : $q > 0$? Ce qui montre la solidité de cette objection, c'est que c'est celle de divers auteurs, qui ont opposé des exemples presque tous compliqués de dissociation, au principe du travail maximum.

» En réalité, l'inégalité $q > 0$ ne permet aucune prévision. Pour qu'elle eût une signification non équivoque, il serait nécessaire (ce qui n'avait pas été fait avant mes propres travaux) d'écarter tout d'abord du calcul les réactions de dissociation, phénomène essentiellement chimique; puis, les changements d'état physique (fusion et solidification, vaporisation et liquéfaction, changements de condensation des gaz à volume constant), et enfin les dissolutions, lesquelles sont d'ordre mixte, c'est-à-dire à la fois physique (diffusion dans le dissolvant) et chimique (combinaison définie avec le dissolvant).

» Or, c'est là précisément ce que j'ai réalisé, en fait et en principe, en

insistant sur une distinction essentielle, celle des deux ordres d'énergies qui concourent à l'effet thermique définitif des actions chimiques. Voilà, qu'il me soit permis de le rappeler, ce qui constitue l'originalité et la caractéristique de mes recherches thermochimiques. En raisonnant autrement, on risque de faire évanouir la notion fondamentale et spécifique de la combinaison chimique, en la confondant avec les changements purement physiques; comme on le fait souvent d'ailleurs dans les calculs purement mathématiques appliqués à l'étude des phénomènes chimiques, calculs qui s'efforcent surtout d'écarter les complications de discontinuité, de formation de composés secondaires, et autres inhérentes à la nature des choses, mais dont la solution serait inabordable à l'analyse algébrique.

» En résumé, il convient d'évaluer séparément les effets que sont susceptibles de produire :

» 1° Les énergies intérieures, propres au système des corps réagissants; lesquelles développent, en totalité ou à peu près, les dégagements de chaleur observables sans changements d'état physique.

» 2° Les énergies extérieures à ce même système des corps réagissants, c'est-à-dire empruntées aux milieux ambiants et à des actions indépendantes de celles de ce système : énergies calorifiques, électriques, lumineuses; énergies de radiations, etc. Ce sont ces énergies qui fournissent surtout le travail consommé dans les dissociations, fusions, vaporisations, etc.

» Pour bien mettre en lumière la nécessité de ces distinctions, j'ai exécuté plusieurs milliers de déterminations numériques et d'expériences comparatives; indispensables avant d'arriver à établir des règles *a posteriori*, destinées à définir les conditions de possibilité des réactions chimiques. Ces règles, telles que je les ai formulées, exigent que l'on tienne compte des dissociations et des changements d'état physique, survenus pendant le passage entre les deux systèmes, initial et final, des corps réagissants.

» J'ai précisé ces notions dans des cas particuliers : par exemple en établissant les données expérimentales nécessaires pour pouvoir calculer la chaleur dégagée : soit lorsque tous les corps sont supposés maintenus à l'état gazeux, à volume constant; soit lorsque tous les corps sont supposés maintenus à l'état solide : le passage des composants solides, par exemple, aux composés également solides étant effectué par un cycle d'expériences réalisables en fait dans le calorimètre.

« Quoique les comparaisons de ce genre présentent moins de généralité

que celles qui se rattachent aux cas les plus compréhensifs, il est utile de rappeler que les transformations prévues d'après les seules données relatives à l'état solide des corps mis en réaction ont pu être vérifiées réelles dans une multitude d'exemples expérimentaux; lors même que ces transformations sont effectuées par l'intermédiaire de l'état de dissolution.

» J'ai montré d'ailleurs que l'on constate les mêmes vérifications, ou plutôt les mêmes probabilités, en se bornant à compenser les changements d'état physique survenus lorsqu'on passe, au cours d'une réaction donnée, du système initial au système final; attendu que les variations d'entropie acquièrent surtout une valeur notable lorsque ces changements ne sont pas en même nombre de part et d'autre. Ce dernier mode de calcul, moins précis sans doute, suffit cependant pour conduire à des prévisions qui se vérifient d'ordinaire.

» Précisons davantage les équations thermochimiques fondamentales sur lesquelles reposent nos prévisions.

» Au début de mes travaux (1865), j'avais institué les prévisions thermochimiques d'après la considération des chaleurs de formation par les éléments du système initial Q et du système final Q_1; en y joignant d'ailleurs celle des différences d'état physique. Cependant ce calcul n'est qu'approximatif.

» En effet, il a été établi et j'ai reconnu depuis que, dans un calcul tout à fait correct et conforme aux données de la Thermodynamique, il est nécessaire de déduire de la quantité $Q - Q_1$ une fraction correspondante à la notion d'entropie [1]; cette fraction étant exprimée par la différence des entropies $q - q_1$ des deux systèmes, à la température choisie pour les comparaisons. Mais j'ai établi en même temps comment et pourquoi, lorsqu'on observe les conditions définies plus haut, cette différence est généralement très petite et négligeable vis-à-vis de la quantité $Q - Q_1$, dans la grande majorité des actions chimiques.

» Ceci ne s'applique pas seulement à la possibilité des réactions envisagées d'une façon quelconque, mais à un problème plus général : je veux dire à la tendance des systèmes chimiques vers un état d'équilibre limite, tendance exprimée par le principe du travail maximum. J'ai montré comment ce principe chimique, conforme aux notions générales de la Mécanique, est vérifié par l'étude expérimentale des équilibres multiples et

---

[1] Voir entre autres : *Thermochimie : Données et lois numériques*, t. I, p. 12 à 27.

successifs, de stabilité relative et intermédiaire, qui sont observables au cours d'une multitude de réactions. J'ai notamment poursuivi cette analyse par l'étude méthodique des actions chimiques, telles que :

» Les réactions des matières explosives, les substitutions entre les métalloïdes, les substitutions entre les métaux, les substitutions entre les oxydes basiques, les substitutions entre les acides (dont j'ai défini la force relative en la rapportant à l'état solide, et à la dissociation inégale de leurs sels dissous); enfin les doubles décompositions. Les mêmes lois thermochimiques expliquent de la façon la plus claire les renversements d'affinités entre les métalloïdes, opposés deux à deux à un même métal, renversement qui joue un si grand rôle dans les réactions des éléments de la famille du chlore; ou bien encore entre les acides opposés deux à deux à une même base, tels qu'on les observe notamment dans l'étude des cyanures, etc. J'ai rattaché aux mêmes considérations l'explication des affinités prédisposantes, celle des effets attribués à l'état naissant, celle des réactions comprises sous les dénominations d'actions de présence, de phénomènes catalytiques, de fermentations, etc. J'ai montré également et avec précision comment les mêmes principes dominent les anciennes lois de Berthollet et comment ils rendent compte des nombreux cas où elles sont en défaut : tels que la redissolution des précipités, l'absence de précipitation des sels de chaux et analogues par l'ammoniaque, même employée en excès, et la redissolution, à proportion équivalente et sans résidu insoluble appréciable, de l'hydrate de chaux pur dans le chlorhydrate d'ammoniaque, etc.; tous faits constatés, indépendamment de l'arbitraire des hypothèses théoriques.

» Ces résultats généraux, d'ordre expérimental, je le répète, et beaucoup d'autres consignés dans le second Volume de mon *Essai de Mécanique chimique*, dans mon dernier Ouvrage (*Thermochimie : Données et lois numériques*), et dans les Mémoires imprimés depuis 25 ans aux *Annales de Chimie et de Physique*, ont mis en évidence la signification des lois thermochimiques : tant pour prévoir les phénomènes que pour en interpréter l'enchaînement et la signification, dans la discussion des théories moléculaires et des formules constitutionnelles de la Chimie. J'ai été heureux de voir, d'après la dernière Note de M. de Forcrand, que la valeur et la fécondité de ces lois et de ces vues est confirmée par l'opinion de la plupart des chimistes expérimentateurs. »

ASTRONOMIE. — *Détermination faite en 1902 de la différence de longitude entre les méridiens de Greenwich et de Paris.* Note de M. **Lœwy.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des nouveaux travaux accomplis durant l'année 1902 en vue de déterminer la différence de longitude entre Greenwich et Paris.

» Sur l'initiative du Bureau des Longitudes, conformément au vœu exprimé par l'Association géodésique internationale, les Gouvernements anglais et français ont mis à la disposition des observatoires de Greenwich et de Paris des crédits spéciaux, afin de procéder à une nouvelle évaluation de la différence de longitude entre ces deux stations.

» Les valeurs trouvées antérieurement par les officiers de l'État-Major français et les astronomes anglais ayant, à deux reprises différentes, en 1888 et 1892, accusé des différences systématiques, il était indispensable, cette fois, d'entourer la recherche de la longitude de garanties exceptionnelles, pour faire disparaître le doute qui planait sur la vraie distance en longitude de deux méridiens fondamentaux du réseau géodésique européen.

» Pour réaliser ce projet, les pourparlers nécessaires furent engagés par le directeur de l'Observatoire de Paris avec M. Christie, astronome royal d'Angleterre, afin d'arrêter le plan définitif de ces opérations très délicates. Il fut ainsi convenu qu'en raison de la haute importance de cette recherche nouvelle, deux séries d'observations indépendantes seraient exécutées et, pour les rendre aussi complètes que possible, on fit choix des deux périodes de l'année, le printemps et l'automne, où les conditions climatériques sont les plus favorables dans les deux stations conjuguées.

» L'Observatoire de Paris, qui a renoncé depuis un quart de siècle aux travaux de longitudes, à l'époque où le Service géographique de l'Armée a assumé cette tâche, a dû préparer des installations spéciales. Dans ce but, l'ancien pavillon de longitude a été remis en état et un nouveau édifié dans son voisinage. D'autre part, l'Observatoire de Paris ne possédant pas les petits cercles méridiens appropriés à cette étude, il ne lui restait que la ressource de profiter de l'offre de l'Observatoire de Greenwich qui voulait bien mettre à sa disposition deux appareils du même type et de mêmes dimensions que ceux destinés aux opérations anglaises; cette identité entre les instruments d'observation pouvait d'ailleurs présenter éventuellement une

vérification précieuse au point de vue de la constance de l'équation personnelle des divers observateurs.

» La détermination de la différence des longitudes d'observatoires de latitudes élevées, comme ceux de Greenwich et de Paris, rencontre des difficultés particulières. Le succès des opérations dépend de la connaissance rigoureuse de l'orientation des instruments par rapport aux méridiens respectifs. Il importe surtout d'obtenir avec une exactitude très élevée l'inclinaison de l'axe de rotation instrumental par rapport à l'horizon. On peut évaluer cet élément par deux procédés : à l'aide d'un niveau ou, d'une manière indirecte, par l'observation des images réfléchies des fils du champ de la lunette dans un bain de mercure. Dans les circonstances données, afin de ne laisser de côté aucun moyen de contrôle, il fut décidé d'employer les deux méthodes.

» Voici maintenant l'ensemble des autres mesures de précaution prises dans le même ordre d'idées.

» Pour amoindrir autant que possible une erreur d'orientation dans le sens azimutal, il fut convenu de choisir, pour la détermination de l'heure, de belles étoiles passant près du zénith au méridien. Les ascensions droites de ces astres et leurs mouvements propres ont été soigneusement déduits par M. Schulhof à l'aide des positions fournies par l'ensemble des catalogues existants.

» La collimation, c'est-à-dire l'inclinaison de l'axe optique par rapport à l'axe de rotation, a été déterminée par des procédés multiples :

» 1° A l'aide de retournements sur un collimateur mobile établi de telle façon qu'on pouvait, en le déplaçant convenablement, pointer la croisée de fils de son réticule successivement dans la direction polaire, dans la direction zénithale et dans la direction correspondant au milieu de la zone des étoiles de longitude observées ;

» 2° Par des retournements sur la mire avant, pendant et après les observations ;

» 3° Par l'observation de polaires dans les deux positions consécutives de la lunette.

» On a pu ainsi se convaincre de l'invariabilité de la ligne de visée des appareils utilisés, ainsi que de l'absence complète de toute flexion latérale.

» Le succès des opérations de longitude dépend en outre du degré de stabilité physiologique des organes mis en jeu chez les astronomes pour l'estime des passages des astres au méridien, c'est-à-dire de la connaissance de leur équation personnelle ; et, si cet élément ne reste pas absolu-

ment constant, il faut posséder la faculté de pouvoir tenir compte d'un changement éventuel. Pour se procurer sous ce rapport tous les moyens de vérification, il fut convenu de procéder à un double échange des observateurs. En agissant ainsi, on obtient, par les trois catégories d'observations, deux évaluations de l'équation personnelle des astronomes. Par surcroît de prudence, les deux observateurs devaient évaluer directement cet effet physiologique. Dans ce but ils ont, avant le début et après la fin des opérations, observé au même instrument côte à côte, alternativement, des passages d'astres durant plusieurs soirées.

» Les appareils électriques utilisés pour l'échange des signaux et la correspondance sont ceux utilisés en France et dont le dispositif est dû à M. Lœwy.

» Enfin, toutes les fois que cela a été possible, on a comparé deux fois entre elles les pendules des deux stations. Cette double opération permettait de contrôler leur marche relative.

» Cette importante étude a été ainsi accomplie simultanément et d'une manière indépendante, d'une part par les astronomes anglais et, d'autre part, par les astronomes français. De plus cette double détermination, basée chacune sur douze séries complètes d'observations, a été exécutée à deux reprises, la première fois au printemps, la seconde fois en automne. Il a été ainsi obtenu quatre valeurs de la grandeur cherchée, dont deux sont dues aux observateurs anglais et deux aux observateurs français, valeurs dont le degré de concordance est maintenant très satisfaisant et démontre que l'exactitude désirée a été réellement atteinte.

» Durant le cours du travail, nous avons pu reconnaître l'utilité de ces mesures de précaution, car nous nous sommes trouvés en présence de difficultés tout à fait imprévues.

» Tout d'abord, pour l'exécution de ces études, l'Observatoire de Paris avait désigné deux de ses meilleurs observateurs et la première série des observations conjuguées a été accomplie suivant le plan arrêté : M. Bigourdan étant à Paris, M. Renan à Greenwich. Mais tout au début même de la seconde série, après l'échange des astronomes dans les deux postes, M. Renan étant de retour à Paris s'est vu très gravement atteint de maladie et a été remplacé par un autre observateur, M. Lancelin. Cet incident pénible a retardé l'exécution de nos opérations et obligé ce nouvel astronome à déployer une énergie particulière pour se mettre rapidement au courant du travail.

» D'autre part M. Bigourdan a découvert, presque au début de cette

recherche, quelques imperfections sensibles dans l'instrument dont il a fait usage; mais il est parvenu heureusement, grâce à des expériences attentives et incessantes, à parer à toute conséquence fâcheuse. Le niveau, notamment, qui servait à la détermination de l'inclinaison accusait, dans la grandeur de ses parties, une variabilité en relation directe avec la température. Il a fallu consacrer toute une année à l'étude de ce niveau à toutes les températures, afin de pouvoir tirer parti, avec toute la certitude voulue, des lectures effectuées dans les opérations de longitude. C'est évidemment à des faits d'une nature analogue qu'il convient d'attribuer les discordances rencontrées souvent dans les valeurs données pour une même longitude.

» On trouve dans le Tableau suivant les valeurs de la longitude pour chaque soirée d'observation, aussi bien pour les opérations du printemps que pour les séries d'automne, ainsi que la moyenne pondérée qui en résulte.

Différence de longitude entre Greenwich et Paris.

Dates.	Longitude conclue.	Poids.	
Bigourdan, à Greenwich; Lancelin à Paris.			
	m s		
1902 Avril 28...	9.21,088	2,0	m s
Mai 1....	21,041	1,7	9.21,103
» 3....	21,276	2,7	
» 4....	20,965	2,4	
Bigourdan, à Paris; Lancelin, à Greenwich.			
	m s		
Mai 8....	9.21,251	1,3	
» 9....	21,176	3,0	
» 10...	21,140	2,5	
» 13...	21,114	2,7	m s
» 17...	21,127	1,2	9.21,101
» 23...	20,974	1,5	
» 26...	21,044	2,2	
» 27...	21,061	2,2	
Juin 2....	21,020	2,2	
Bigourdan, à Greenwich; Lancelin, à Paris.			
	m s		
Juin 5....	9.21,201	2,0	
» 10...	21,238	1,0	
» 18...	21,145	2,0	m s
» 20...	21,103	1,3	9.21,173
» 21...	21,166	2,0	
» 23...	21,150	1,9	
» 24...	21,216	2,0	

Dates.	Longitude conclue.	Poids.	
Bigourdan, à Greenwich; Lancelin, à Paris.			
	m s		
1902 Sept. 22...	9.21,376	2,0	m s
» 24...	21,370	2,4	9.21,311
» 26...	21,198	2,4	
Bigourdan, à Paris; Lancelin, à Greenwich.			
	m s		
Oct. 9....	9.21,104	1,0	
» 10...	21,311	2,4	
» 14...	21,250	2,7	m s
» 16...	21,190	2,5	9.21,201
» 17...	21,174	1,7	
» 21...	21,147	2,2	
» 22...	21,159	2,5	
Bigourdan, à Greenwich; Lancelin, à Paris.			
	m s		
Oct. 26...	9.21,152	1,0	
» 27...	21,304	1,2	m s
» 29...	21,095	2,4	9.21,177
Nov. 2....	21,184	1,3	
» 4....	21,204	2,2	

Erreur probable d'une détermination avec le poids 1.....	$\pm 0^s,067$
Longitude conclue de l'ensemble des valeurs ci-dessus, en tenant compte des poids respectifs..................	$9^m 21^s,165$
Erreur probable..	$\pm 0^s,008$
Correction pour rapporter les méridiens des pavillons d'observations aux méridiens respectifs de Paris et Greenwich..	$-0,191$
Différence de longitude entre le méridien de Cassini et le méridien du *Transit Circle* de Greenwich...........	$9^m 20^s,974 \pm 0^s,008$

» Ainsi que le Tableau précédent le fait voir, les trois groupes de nombres du printemps sont en accord avec les deux derniers de l'automne, tandis que les nombres des 22, 24 et 26 septembre, formant le premier groupe de cette seconde détermination, sont sensiblement plus forts que tous les autres. Cette circonstance peut être attribuée en partie à une petite variabilité de l'équation personnelle de l'un des deux astronomes. Un changement probable survenu, pendant cette très courte période, dans cet élément physiologique, se trouve d'ailleurs mis en lumière de deux manières indépendantes.

» En effet, la différence qui existe entre les nombres du premier et ceux du troisième groupe de l'automne, où les deux observateurs étaient placés respectivement dans les mêmes stations, fournit déjà une indication sur la réalité d'une telle variation.

» D'autre part il se manifeste une divergence entre l'équation personnelle évaluée directement à $+ 0^s,047$ par les observateurs avant le 22 septembre, et celle $- 0^s,018$ qui résulte des séries mêmes de longitude relatives aux premier et second groupes.

» En comparant enfin l'équation personnelle $+ 0^s,087$, déduite des second et troisième groupes, à celle déterminée directement $+ 0^s,063$ après le 4 novembre, on constate au contraire un accord presque complet entre les chiffres fournis par les deux méthodes.

» Toutes ces considérations semblent donc confirmer l'hypothèse qu'un petit changement systématique dans le mode d'estime des passages des astres a eu lieu, pour l'un des deux astronomes, et s'est maintenu dans le très court intervalle de temps du 22 au 26 septembre.

» Bien que cette supposition soit plausible, on a fait néanmoins, pour agir avec une entière impartialité, entrer en ligne de compte, avec tout leur poids, les longitudes des trois soirées en question, sans leur appliquer toutefois une correction quelconque au point de vue de l'équation personnelle.

» La valeur $9^m 20^s,94$ trouvée par les astronomes anglais, MM. Dyson et Hollis, qui, dans cette même campagne, ont procédé d'une manière indépendante, est en accord très satisfaisant avec le chiffre résultant des opérations françaises. La légère différence de $0^s,034$ s'explique aisément par l'incertitude indiquée par les erreurs probables respectives.

» A titre d'information, il convient de faire remarquer en dernier lieu que la moyenne générale des déterminations antérieures anglaises et françaises de 1888 et de 1892, déterminations accusant entre elles des différences systématiques sensibles, conduit au même chiffre que celui fourni par la moyenne des recherches récentes.

» Ma conviction personnelle est que la valeur obtenue en 1902 fixe d'une manière définitive et précise la différence de longitude entre les deux méridiens fondamentaux de Greenwich et de Paris.

» Il ne me reste qu'à féliciter les deux observateurs, MM. Bigourdan et Lancelin, pour l'habileté et le dévouement qu'ils ont déployés dans l'accomplissement de la tâche si importante qui leur avait été confiée. »

CHIMIE. — *Sur l'élément* Z_δ. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.** (Extrait.)

« Les *Comptes rendus* du 7 novembre dernier (p. 736) contiennent une Note de M. Urbain dans laquelle ce savant expose ses très intéressantes recherches sur le fractionnement des terres noires et annonce avoir préparé une terre ne présentant que la bande d'absorption de l'élément que j'ai nommé Z_δ (1).

» M. Urbain dit (p. 737) : « M. Lecoq de Boisbaudran n'avait observé » la bande $\lambda = 488$ (Z_δ) qu'avec des terres présentant d'autres bandes » d'absorption ; l'existence d'un élément caractérisé par cette bande faible » ne pouvait être qu'hypothétique. Les résultats que j'ai obtenus montrent » qu'il s'agit bien là d'un élément nettement différent du dysprosium. »

» Je demande la permission de faire observer que la présence d'autres bandes, lors de mes observations, ne rendait pas hypothétique l'existence du Z_δ. J'ai donné les motifs et indiqué les comparaisons spectrales qui m'engageaient à considérer Z_δ comme un élément nouveau.

(1) Mon annonce de Z_δ a paru dans les *Comptes rendus*, le 18 novembre 1895, p. 709.

» C'est donc, non une hypothèse [1], mais bien un résultat d'observations que j'ai présenté en 1895.

» Demarçay a eu plus tard l'occasion de confirmer mes conclusions relatives à Z_δ et il m'en a parlé.

» Dans l'exposé des comparaisons que j'avais faites entre la bande de Z_δ et les bandes des autres terres rares, j'ai expressément dit de la bande de Z_δ : « Elle n'est point, à coup sûr, au dysprosium, étant plus ou » moins forte que la bande Dy β 148,3 suivant les produits examinés. »

» J'ai dit aussi : « Ma terbine actuelle est une terre d'un rouge brun » foncé dont la solution chlorhydrique ne donne qu'un assez faible spectre, » uniquement composé des bandes du dysprosium et d'une bande qui me » paraît appartenir à un élément nouveau. »

» Ainsi, j'avais une terre ne donnant que les bandes de Dy et de Z_δ. J'ai en outre affirmé que Z_δ différait de Dy.

» Mais, pas plus pour les bandes d'absorption que pour les raies électriques, une forte intensité n'est nécessaire pour caractériser un spectre. Il ne s'agit dans ce cas que d'une comparaison appropriée entre les bandes ou entre les raies présentes.

» D'ailleurs, la bande de Z_δ n'était pas assez faible pour laisser le moindre doute sur son existence; elle était *d'intensité modérée,* ce qui correspond à une facile observation, d'après la nomenclature que j'ai adoptée pour les intensités des raies et bandes spectrales.

» De plus, les bandes du dysprosium (les seules coexistant avec Z_δ dans ma terbine) n'étaient pas sensiblement plus fortes que celle de Z_δ.

» Je conclus donc que, à moins qu'il soit démontré que la bande 487,7 dépende d'un élément déjà connu et *bien caractérisé* antérieurement à mon annonce du Z_δ, la découverte de ce Z_δ m'appartient. J'ai trop longuement et trop péniblement fractionné les terres rares autrefois pour ne pas apprécier à toute sa haute valeur le travail qui a permis à M. Urbain de réaliser la difficile concentration du Z_δ dans une terre moins chargée de corps étrangers. »

M. **Troost** fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom de M. *Péchard,* de la nouvelle édition de son *Traité élémentaire de Chimie.*

---

(1) Comme le serait par exemple celle de : *Une bande, un élément.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Bouquet de la Grye**, **Maurice Levy** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^{mm},16$ *d'ouverture) pendant le troisième trimestre de* 1904. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Il y a eu 61 jours d'observation pendant ce trimestre.

» *Taches.* — On a noté 45 groupes de taches et une surface totale de 3175 millionièmes au lieu de 53 groupes et 2855 millionièmes enregistrés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 591) [1].

» La comparaison des résultats montre, d'une part, que l'aire totale tachée augmente régulièrement, car dans ce trimestre le rapport d'accroissement est resté le même ($\frac{1}{9}$) qu'entre le premier et le deuxième; d'autre part, la diminution du nombre de groupes provient surtout de celui des taches de faible développement superficiel qui ont été nombreuses dans le mois de mai.

» Contrairement à ce qu'on a constaté dans le deuxième trimestre, la répartition des taches est sensiblement la même de part et d'autre de l'équateur : 23 groupes au sud et 22 au nord. Mais leur aire totale est deux fois plus grande dans l'hémisphère austral (2156 millionièmes) que dans l'autre hémisphère (1019 millionièmes).

» Il n'y a eu aucun jour sans taches.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont augmenté davantage en nombre ($\frac{1}{4}$) qu'en surface ($\frac{1}{20}$); on a, en effet, 98 groupes et 100,2 millièmes au lieu de 77 groupes et 95,3 millièmes.

» Quant à leur répartition entre les deux hémisphères, on a 11 groupes

---

(1) *Errata :* à la page 592, deuxième ligne : *au lieu* de 27° et 217°, *il faut* 336° et 166°.

en plus au sud (46 au lieu de 35) et 10, en plus également, au nord (52 au lieu de 42).

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1904. — 0,00.			
29- 2	3	1,0	−23		14
28- 8	8	2,3	−20		74
1- 9	8	6,0		+17	61
5- 7	3	7,8	−18		37
15-16	2	11,9		+17	11
8-20	9	14,9		+12	202
16-20	4	15,1	−14		35
15-20	5	16,9	−12		40
15-21	6	17,7		+12	18
12-13	2	18,3		+16	10
21-25	3	21,0		+14	15
16-27	9	21,3	−19		336
19	1	23,4	− 7		4
25	1	25,5	−20		11
21- 1	9	28,2		+22	60
25-30	6	30,2		+14	67
28- 5	8	30,6	−17		159
	23 j.		−16°,7	+15°,5	
		Août. — 0,00.			
2- 8	6	2,4		+11	65
4- 6	3	4,6	−20		18
2-13	11	8,3		+26	52
4-15	10	10,2		+13	170
10-13	4	12,6		+16	11
8-16	8	13,8	−12		110
19-20	2	15,4	−26		32
		Août (suite.)			
11-19	8	17,7	−18		77
15-17	3	19,2		+12	13
18-25	5	23,3		+ 9	19
19-25	4	25,2		+13	29
22- 1	8	27,9	−18		385
25- 1	7	28,3		+18	61
25- 1	7	29,9	−14		74
	25 j.		−18°,0	+14°,8	
		Septembre. — 0,00.			
26- 1	6	1,0	−19		302
29-30	2	3,9	−22		12
5	1	7,6	−22		21
8-13	3	8,8	−17		67
10-19	2	14,5		+23	6
13-17	4	18,9		+17	10
16-19	3	19,6		+19	43
19-23	3	19,6	−21		138
22-26	3	20,9	−24		180
22	1	24,2	−18		3
22	1	25,5		+19	8
22- 3	6	27,2		+31	86
26- 1	3	27,2	−13		27
4	1	30,3		+11	2
	13 j.		−19°,5	+20°,0	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1904.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	1	7	1	9	8	»	7	1	»	»	17	1154
Août........	»	»	1	5	»	6	8	1	6	1	»	»	14	1116
Septembre..	»	»	4	4	»	8	6	»	4	1	1	»	14	905
Totaux...	»	»	6	16	1	23	22	1	17	3	1	»	45	3175

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1904.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	2	»	6	5	2	15	20	»	11	5	»	4	35	35,6
Août.......	1	1	5	9	»	16	18	1	10	5	1	1	34	33,0
Septembre..	»	1	8	5	1	15	14	2	6	3	2	1	29	31,6
Totaux...	3	2	19	19	3	46	52	3	27	13	3	6	98	100,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des incommensurables et les séries trigonométriques.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Painlevé.

« Considérons l'ensemble des fractions $\frac{p}{q}$ (irréductibles ou non), en nombre infini, telles que l'on ait

$$\left|\frac{p}{q} - \alpha\right| < \frac{1}{q^2}, \tag{1}$$

α étant un nombre réel quelconque; telles seront, par exemple, les réduites du développement de α en fraction continue.

» Réciproquement : *Si l'inégalité précédente a lieu, $\frac{p}{q}$ est une réduite, ou une fraction convergente intermédiaire, ou bien une fraction réductible égale à une réduite.*

» *Entre les deux réduites $\frac{p_{n-2}}{q_{n-2}}$ et $\frac{p_n}{q_n}$, on peut intercaler au plus deux fractions convergentes intermédiaires (les deux fractions extrêmes) donnant lieu à l'inégalité* (1).

» On pourra donc facilement déduire, du développement de α en fraction continue, toutes ces fractions $\frac{p}{q}$. On est ainsi conduit aux propositions générales qui suivent :

Soient A *et* B *des nombres réels vérifiant les inégalités*

$$A > 3, \qquad B \geqq 2A^2,$$

on peut trouver deux entiers p et q tels que l'on ait

$$A < q < B,$$
$$\left|\frac{p}{q} - \alpha\right| < \frac{1}{q^2},$$

proposition analogue à celle démontrée par M. Borel, par une voie différente, et relative aux fractions $\frac{p}{q}$ telles que

$$\left|\frac{p}{q} - \alpha\right| < \frac{1}{q^2\sqrt{5}}.$$

» Si l'on suppose seulement $B = \mu A^{2-\varepsilon}$, ε et μ étant des nombres positifs quelconques, il existe toujours des nombres α tels que, pour certaines valeurs infiniment grandes de A, on ait toujours

$$\left|\frac{p}{q} - \alpha\right| > \frac{1}{q^2},$$

lorsque q est compris dans l'intervalle (A, B).

» Désignons par $\varphi(h)$ le nombre de solutions, en nombres entiers, des inégalités

$$\left|\frac{p}{q} - \alpha\right| < \frac{1}{q^2} \qquad (0 < q < h),$$

» *On a toujours, quel que soit le nombre irrationnel* α,

$$\varphi(h) > \frac{1}{2}\log h.$$

» Si la fraction continue que représente α a ses quotients incomplets limités, on aura toujours

$$A < \frac{\varphi(h)}{\log h} < B,$$

A et B étant des nombres positifs fixes.

» Dans les autres cas, la fonction $\varphi(h)$ a une allure irrégulière; on voit facilement, en tout cas, que $\frac{\varphi(h)}{h}$ tend vers zéro avec $\frac{1}{h}$.

» II. Il m'a paru intéressant de généraliser la théorie de la représentation décimale, en considérant la suite des valeurs approchées de α à $\frac{1}{q_1}$, $\frac{1}{q_2}$, ... près, q_1, q_2, ..., q_n, ... étant des entiers tels que l'on ait $q_{n+1} \geqq 2q_n$, moyennant quoi on peut affirmer que les valeurs approchées par défaut ne décroissent jamais et que les valeurs approchées par excès ne croissent jamais, et l'on peut raisonner comme s'il s'agissait des valeurs approchées à $\frac{1}{10^n}$ près.

» Si l'on a constamment $\frac{q_{n+1}}{q_n} > K > 2$, on pourra trouver dans tout intervalle des nombres x tels que la *mantisse* des nombres $(q_n x)$ reste comprise entre deux nombres positifs f et f' $(0 < f < f' < 1)$.

» Si $\frac{q_{n+1}}{q_n}$ augmente indéfiniment avec n, on pourra trouver x tel que la mantisse de $q_n x$ tende vers telle limite f que l'on voudra $(0 < f < 1)$, ...

» Ces remarques ont de l'intérêt pour l'étude de la convergence des séries trigonométriques; elles donnent immédiatement le théorème de Cantor d'après lequel les coefficients d'une série trigonométrique convergente pour tous les points d'un intervalle tendent vers zéro.

» Citons encore cette proposition : *Si rapidement croissantes que soient les constantes* $A_1, A_2, \ldots$, *la série* $\sum A_n \left.\begin{matrix}\sin\\ \cos\end{matrix}\right\} a_n x$ *aura dans tout intervalle des points de convergence absolue, pourvu seulement que les entiers* $a_1, a_2, \ldots$ *croissent suffisamment vite.*

» Remarquons d'ailleurs que, lorsqu'une série trigonométrique

$$\sum (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

a une infinité de points de convergence, les termes dont les coefficients ne tendent pas vers zéro s'espacent de plus en plus. Je démontre, en effet, que $n_1, n_2, \ldots$ *désignant les rangs des termes tels que*

$$\sqrt{a_n^2 + b_n^2} > K > 0,$$

si $(n_{i+1} - n_i)$ *ne croît pas indéfiniment, la série a au plus un nombre limité de points de convergence.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes continus, finis ou infinis, de l'espace.* Note de M. **Le Vavasseur**, présentée par M. Paul Painlevé.

« I. J'ai cherché tous les groupes continus de l'espace, finis ou infinis, dont les transformations infinitésimales sont de la forme

$$\zeta(x, y, z) r, \qquad \left(r = \frac{\partial f}{\partial z}\right).$$

» Dans ce qui va suivre, les lettres grecques désigneront des fonctions *données* de leurs arguments; les lettres ordinaires, des fonctions *arbitraires.*

» Il y a trois groupes finis :

$$[\alpha_1(x, y)r, \ \ldots, \ \alpha_s(x, y)r], \quad [\alpha_1(x, y)r, \ \ldots, \ \alpha_s(x, y)r, \ zr],$$
$$[r, \ zr, \ z^2 r].$$

» Voici les types de groupes infinis :

$$[\alpha_1(x, y)\,a_1(x)r, \ \ldots, \ \alpha_s(x, y)\,a_s(x)r], \quad [a(x, y)r],$$
$$[\alpha_1(x, y)\,a_1(x)r, \ \ldots, \ \alpha_s(x, y)\,a_s(x)r, \ \beta_1(x)zr, \ \ldots, \ \beta_m(x)zr],$$
$$[a(x, y)r, \ \beta_1(x)zr, \ \ldots, \ \beta_m(x)zr],$$
$$[a(x, y)r, \ \beta_1(x, y)zr, \ \ldots, \ \beta_m(x, y)zr],$$
$$[\alpha_1(x, y)\,a_1(x)r, \ \ldots, \ \alpha_s(x, y)\,a_s(x)r, \ b(x)zr],$$
$$[a(x, y)r, \ b(x)zr], \quad [a(x, y)r, \ b(x, y)zr],$$
$$[a(x)r, \ b(x)zr, \ c(x)z^2r], \quad [a(x, y)r, \ b(x, y)zr, \ c(x, y)z^2n],$$
$$[a(z)r], \quad [a(x, z)r], \quad [a(x, y, z)r].$$

» II. Aux groupes trouvés ci-dessus, j'ai cherché à ajouter, de la façon la plus générale, une transformation de la forme $q+\zeta(x, y, z)r$, où $q=\dfrac{\partial f}{\partial y}$. Voici les résultats obtenus :

$$[\alpha_1(y)e^{a_1 y}r, \ \alpha_1'(y)e^{a_1 y}r, \ \ldots, \ \alpha_1^{(m_1)}(y)e^{a_1 y}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_s(y)e^{a_s y}r, \ \alpha_s'(y)e^{a_s y}r, \ \ldots, \ \alpha_s^{(m_s)}(y)e^{a_s y}r, \ q+czr]\ (^*)$$
(c est une constante),

$$[\alpha_1(y)e^{a_1 y}r, \ \alpha_1'(y)e^{a_1 y}r, \ \ldots, \ \alpha_1^{(m_1)}(y)e^{a_1 y}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_s(y)e^{a_s y}r, \ \alpha_s'(y)e^{a_s y}r, \ \ldots, \ \alpha_s^{(m_s)}(y)e^{a_s y}r, \ zr, \ q]\ (^*),$$
$$[r, \ zr, \ z^2r, \ q],$$
$$[\alpha_1(y)\,a_{10}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \alpha_1'(y)\,a_{11}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_1^{(m_1)}(y)\,a_{1m_1}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \ldots, \ \alpha_s(y)\,a_{s0}(x)e^{y\beta_s(x)}r,$$
$$\alpha_s'(y)\,a_{s1}(x)e^{y\beta_s(x)}r, \ \ldots, \ \alpha_s^{(m_s)}(y)\,a_{sm_s}(x)e^{y\beta_s(x)}r, \ q]\ (^*),$$
$$[a(x, y)r, \ q],$$
$$[\alpha_1(y)\,a_{10}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \alpha_1'(y)\,a_{11}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_1^{(m_1)}(y)\,a_{1m_1}(x)e^{y\beta_1(x)}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_s(y)\,a_{s0}(x)e^{y\beta_s(x)}r, \ \alpha_s'(y)\,a_{s1}(x)e^{y\beta_s(x)}r, \ \ldots,$$
$$\alpha_s^{(m_s)}(y)\,a_{sm_s}(x)e^{y\beta_s(x)}r, \ \gamma_1(x)zr, \ \ldots, \ \gamma_t(x)zr, \ q]\ (^*),$$
$$[a(x, y)r, \ \beta_1(x)zr, \ \ldots, \ \beta_m(x)zr, \ q],$$

$$[a(x, y)r,\ \alpha_1(y)e^{a_1 y}zr,\ \alpha'_1(y)e^{a_1 y}zr,\ \ldots,$$
$$\alpha_1^{(m_1)}(y)e^{a_1 y}zr,\ \ldots,\ \alpha_s(y)e^{a_s y}zr,\ \alpha'_s(y)e^{a_s y}zr,\ \ldots,\ \alpha_s^{(m_s)}(y)e^{a_s y}zr,\ q]\,(^*),$$
$$[\alpha_1(y)e^{y\beta_1(x)}a_{10}(x)r,\ \alpha'_1(y)e^{y\beta_1(x)}a_{11}(x)r,\ \ldots,$$
$$\alpha_1^{(m_1)}(y)e^{y\beta_1(x)}a_{1m_1}(x)r,\ \ldots,\ \alpha_s(y)e^{y\beta_s(x)}a_{s0}(x)r,$$
$$\alpha'_s(y)e^{y\beta_s(x)}a_{s1}(x)r,\ \ldots,\ \alpha_s^{(m_s)}(y)e^{y\beta_s(x)}a_{sm_s}(x)r,\ b(x)zr,\ q]\,(^*),$$
$$[a(x, y)r,\ b(x)zr,\ q],\quad [a(x, y)r,\ b(x, y)zr,\ q],$$
$$[a(x)r,\ b(x)zr,\ c(x)z^2r,\ q],\quad [a(x, y)r,\ b(x, y)zr,\ c(x, y)z^2r,\ q],$$
$$[a(z)r,\ q],\quad [a(x, z)r,\ q],\quad [a(x, y, z)r,\ q].$$

» (*) $\alpha_h(y)$ désigne un polynome entier en y, de degré m_h, dont les coefficients sont des fonctions *données* de x; $\alpha'_h(y)$, $\alpha''_h(y)$, ... désignent les dérivées successives de $\alpha_h(y)$ par rapport à y. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur une méthode pour l'étude de la convergence de certaines fractions continues.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Appell.

« 1. Les termes des réduites successives $\frac{U_1}{V_1}, \frac{U_2}{V_2}, \cdots$ de la fraction continue quelconque

$$a_1 + \cfrac{\alpha_2}{a_2 + \cfrac{\alpha_3}{a_3 + \ldots}}$$

donnent lieu à l'équation aux différences finies

$$\alpha_n W_{n-2} + a_n W_{n-1} = W_n,$$

où W est mis à la place, soit de U, soit de V.

» Supposons que α_n et a_n s'expriment par des fractions rationnelles de l'indice n; alors, on pourra former, ainsi que Laplace l'a montré, une équation différentielle linéaire, à coefficients rationnels par rapport à la variable, d'ordre égal au plus haut degré des polynomes en n qui composent α_n et a_n, et qui aura pour solution la fonction génératrice de W_n. L'étude de cette équation différentielle, en fournissant les points critiques de cette fonction génératrice et leur nature, pourra faire connaître comment se comporte, pour n infini, le polynome W_n.

» Au lieu de considérer ainsi directement W_n, c'est-à-dire U_n et V_n, on

peut aussi, avec avantage, introduire seulement le rapport $\frac{V_{n-1}}{V_n}$. La fraction continue est, en effet, comme on sait, équivalente à la série

$$a_1 + \frac{\alpha_2}{V_1 V_2} - \frac{\alpha_2 \alpha_3}{V_2 V_3} + \frac{\alpha_2 \alpha_3 \alpha_4}{V_3 V_4} + \ldots,$$

pour laquelle le rapport des deux termes consécutifs a pour expression

$$-\alpha_i \frac{V_{i-1}}{V_i} \frac{V_{i-2}}{V_{i-1}},$$

» Les intéressants résultats indiqués par M. de Montessus de Ballore dans les Notes présentées à l'Académie des Sciences, dans les séances des 23 juin 1902, 22 février et 21 novembre 1904, ainsi que ceux de son travail *Sur la convergence de certaines fractions continues algébriques*, paru dans les *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, t. XXVII, 1903, sont des applications immédiates de cette méthode générale. M. de Montessus n'a pas fait jusqu'ici connaître l'origine qu'il donne à l'équation différentielle linéaire qui joue le rôle fondamental, et *qui s'obtient immédiatement*, comme on vient de le voir, *par le théorème de Laplace*.

» 2. L'introduction du quotient $\frac{V_{n-1}}{V_n}$ rattache d'ailleurs cette méthode aux recherches de M. Poincaré : *Sur les équations linéaires aux différentielles ordinaires et aux différences finies* (*American Journal of Mathematics*, 1885), dont M. Pincherlé a, le premier, fait usage dans l'étude de la convergence des fractions continues (*Annales de l'École Normale supérieure*, 1889), et *qui permettent d'obtenir immédiatement, sans passer par l'intermédiaire de l'équation de Laplace, la limite de ce quotient*. Ce procédé a en outre l'avantage d'éviter une objection que lèveront sans doute les travaux de M. de Montessus quand ils seront publiés dans tout leur développement, et qui provient de ce que la limite du module de $\frac{V_{n-1}}{V_n}$ est, par lui, déduite de la connaissance du rayon de convergence de la fonction génératrice de V_n : or, on sait seulement que, *quand le rapport tend vers une limite*, cette limite est un point, d'ailleurs critique pour cette fonction génératrice, du cercle de convergence (Hadamard, *La série de Taylor*, p. 19).

» Enfin, la convergence de la série équivalente à la fraction continue étant supposée établie, comment en résulte-t-il que sa somme, c'est-à-dire la valeur de la fraction continue, soit égale à la fonction, supposée connue *a priori*, qui lui a donné naissance? *c'est un point qui peut, au moins dans certains cas particuliers, et par des méthodes entièrement différentes, être com-*

plètement résolu, mais sur lequel les résultats jusqu'ici obtenus dans la voie que nous venons d'exposer ne donnent aucune espèce d'indication. »

MÉCANIQUE. — *Détonation sous l'eau des substances explosives.* Note de M. JACOB, présentée par M. Léauté.

« Dans une première Communication, j'ai montré comment, si l'on connaissait les caractéristiques d'un explosif, on pouvait déterminer les pressions développées dans le fluide; le Mémoire que je présente aujourd'hui constitue l'application des résultats que j'ai obtenus aux expériences déjà exécutées touchant cette question.

» Les dynamomètres donnant la valeur de l'écrasement d'un crusher ou d'un manomètre à ressort et la durée de cet écrasement, on peut en déduire la valeur de la pression moyenne et la durée pendant laquelle elle doit agir pour reproduire les deux éléments expérimentaux.

» Si l'on veut remonter à la vitesse de détonation de l'explosif, il convient de chercher une forme plus approchée de la loi des pressions; on y parvient à l'aide des remarques suivantes :

» En premier lieu on peut admettre, avec une approximation pratiquement suffisante, qu'au moment où l'onde vient rencontrer les dynamomètres, sa tête est constituée par le mouvement qui a pris naissance lors de la fin de la décomposition de l'explosif. Bien que ce fait ne soit plus exact quand on considère le passage de l'onde en des points assez rapprochés du centre de l'explosion, on pourra néanmoins y avoir recours encore et s'en tenir à l'étude de ce même mouvement, parce que, entre le maximum de pression et la fin de la décomposition de l'explosif, la pression varie relativement peu.

» Cette considération a une grande importance parce qu'elle permet de s'affranchir du phénomène très complexe de la superposition des mouvements et d'étudier un seul d'entre eux.

» On conçoit que l'on puisse ainsi relier aisément les pressions mesurées et les caractéristiques de l'explosif.

» En second lieu la pression tombe rapidement dès que l'explosif est totalement décomposé.

» On est alors conduit à admettre, comme forme approchée de la loi des pressions en un point, en fonction du temps, l'expression $P = P_0 - P_1 t$; l'expérience fournit P_0 et P_1.

» En déduisant de là la vitesse de décomposition de l'explosif, j'ai trouvé avec les deux appareils 5800^m et 6400^m, valeurs très voisines de celles que donnent les cordeaux détonants.

» Cette constatation conduit à penser que la durée de décomposition de la substance doit être sensiblement proportionnelle à la puissance $\frac{4}{3}$ du poids de la charge; cet exposant voisin de $\frac{4}{3}$ sera à déterminer par la suite des expériences.

» Nous avons construit les courbes représentatives de la pression dans l'onde et de la pression sur un obstacle rigide en fonction du rapport du rayon de la charge au rayon de la couche où l'on veut évaluer la pression.

» Nous avons construit également la courbe des durées d'action de ces pressions en fonction du même rapport.

» Ces éléments permettent de déterminer l'effet d'une charge donnée de mélinite sur un obstacle placé à distance connue.

» Ces courbes diffèrent sensiblement de celles que l'on avait l'habitude d'utiliser, ce qui ne paraîtra pas très surprenant si l'on remarque que la distinction entre la pression dans l'onde et la pression de réflexion sur un obstacle semble n'avoir jamais été envisagée, et que l'on n'avait pas pris soin de séparer, pour les effets de l'explosif, la part qui revient à la pression de celle qui revient au temps. »

CHRONOMÉTRIE. — *Pendule en acier-nickel entretenu électriquement.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lippmann.

« Les remarquables travaux de M. Ch.-Ed. Guillaume sur l'acier-nickel ont immédiatement mis en évidence l'intérêt considérable qu'il y aurait pour l'horlogerie à utiliser une matière dont la dilatation est nulle, en première approximation; et, s'appliquant à la correction de l'erreur secondaire de compensation des chronomètres, l'emploi judicieux des aciers au nickel dans la construction des balanciers a permis à M. Guillaume de résoudre le problème par un moyen très simple, sans l'adjonction d'aucun système de compensation auxiliaire.

» Il est également indiqué de chercher à étendre cette application aux pendules simples, tels qu'ils sont employés dans les observatoires, car les variations qu'éprouve l'acier-nickel avec le temps n'ont pas l'importance que d'aucuns purent craindre au début. L'expérience a montré immédiatement, entre les mains de M. Caspari, le succès de cette tentative : du

premier coup le pendule peut être compensé de façon à avoir une marche bonne, non pas excellente. En général, ces pendules seront suspendus par des lames flexibles, à encastrement, et c'est cette suspension même qui va engendrer de nouvelles difficultés, des écarts brusques de marche, par glissements entre parties d'inégales dilatations.

» Si l'on veut alors se rappeler l'analyse délicate de Tisserand sur la marche des pendules en fonction de la pression barométrique, le dernier perfectionnement indispensable à apporter, dans un instrument que l'on désire très précis, consiste à l'établir dans une enceinte hermétiquement close, à pression constante; or, jusqu'ici, les nécessités du remontage, des visites, ont empêché les observatoires de réaliser ce point très important, tandis que l'ingénieux dispositif de M. Lippmann, pour l'entretien électrique du mouvement pendulaire, conduit à la solution définitive de ce problème.

» Désireuse d'utiliser ces perfectionnements récents, la maison Henry-Lepaute a construit, pour l'observatoire de Nice, deux pendules en acier-nickel, avec entretien électrique de M. Lippmann et elle a bien voulu me demander tous les renseignements propres à les établir simplement, dans les meilleures conditions de rendement.

» Je n'insisterai pas ici sur la description détaillée de ce pendule, dont l'étude complète paraîtra sans doute plus tard : la tige est en invar de Fourchambault n° 731, avec un coefficient de dilatation égal à $\alpha = 1^{\mu},696 + 0^{\mu},00561\,t$, car il faut que le second coefficient soit positif pour pouvoir réaliser une bonne compensation avec du laiton; suspension par lame flexible. La tige est filetée vers son milieu, pour laisser une vis propre aux petits réglages, et à la partie inférieure pour la vis sur laquelle repose la masse de laiton; la masse de laiton serait d'une réalisation mécanique plus aisée avec deux demi-lentilles; mais, pour lui éviter des dimensions trop considérables, elle est constituée par un cylindre coulissant librement sur la tige. Pour éviter les rotations de la masse, une rainure intérieure laisse passer une goupille fixée dans la tige.

» Déjà, pour obtenir le laiton approprié, on rencontre quelques difficultés, les premiers échantillons, analysés, indiquaient la présence de traces de plomb, de fer (aluminium et phosphore?), étain (antimoine?) et argent, traces capables du moins d'altérer sensiblement les coefficients; cette difficulté fut aisément surmontée et je ne veux pas insister sur les données numériques.

» Les aimants de M. Lippmann sont placés de façon que leur action se produise au centre de percussion, et la compensation de toutes les pièces est complètement calculée en tenant compte des variations des moments d'inertie dues à la température.

» Envoyé à Nice, un de ces pendules y resta quelque temps sans donner les résultats attendus, par suite d'une erreur de montage. Dès son retour, ce pendule fut, sans modification, remis à M. Claude qui le mit en marche à Montsouris sous la direction de M. le commandant Guyou. Tant que son support n'est pas encastré solidement, un

réglage soigné est impossible : mais, cette précaution prise, la vis inférieure permet immédiatement, en 24 heures, de lui donner une marche diurne de 2 secondes environ, et de le rendre aussi satisfaisant que les meilleures pendules de comparaison. Je ne veux pas empiéter ici sur l'étude détaillée qui pourra en être faite.

» Deux problèmes très différents se posent alors pour l'heure :

» Avoir une pendule gardant la minute pendant très longtemps, et une marche aussi faible que possible avec application aux chemins de fer, etc.; on rentrera dans une construction coûteuse. Et, de plus, le calcul de la compensation rigoureuse devient presque inabordable : il faudra calculer spécialement les coefficients des échantillons employés, faire leur analyse, et déterminer toutes les constantes; étudier les variations d'élasticité de la suspension, flexion plus délicate encore et moins connue que pour l'élasticité de torsion.

» Ou bien établir des pendules très simples, très bon marché, avec une bonne compensation, mais dont le réglage ne pourra guère dépasser 1 seconde par jour; pouvoir les mettre facilement à pression et à température constantes; la marche diurne sera peu gênante puisque le compteur, entretenu électriquement, pourra toujours aisément être avancé ou retardé sans arrêter le pendule. C'est ce type courant que la maison Henry-Lepaute a l'intention de mettre en fabrication : il serait précieux pour les observatoires, puisqu'il serait très facile d'en avoir plusieurs se contrôlant, et j'espère avoir l'occasion de revenir ainsi sur cette intéressante question. »

PHYSIQUE. — *Sur l'enregistrement des rayons* **N** *par la photographie.* Note de MM. **G. Weiss** et **L. Bull**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les objections qui ont été faites aux diverses expériences photographiques instituées pour établir l'existence des rayons N ont porté sur les difficultés qu'il y a à maintenir identiques les conditions dans lesquelles se font les expériences comparatives, avec les rayons N et sans eux, tant au point de vue de la durée de pose que de l'intensité de la source lumineuse et de son uniformité. Il faut aussi éviter de placer au voisinage des plaques sensibles des objets tels que des morceaux d'acier, qui peuvent donner lieu à des réflexions simulant une émission de rayons N.

» On peut éliminer ces causes d'incertitude en exécutant simultanément les expériences comparatives, avec et sans rayons N. Divers procédés peuvent être employés dans ce but. Celui qui nous a paru le plus simple et le

plus démonstratif est basé sur une expérience de M. Blondlot, communiquée à l'Académie le 2 novembre 1903 et où ce physicien annonce que toute surface faiblement éclairée augmente d'éclat quand elle reçoit des rayons N.

» Le dispositif que nous avons adopté consiste à former sur la plaque d'un appareil photographique l'image diffuse d'une feuille de carton blanc éclairée uniformément. La mise au point n'était pas établie rigoureusement pour éviter sur l'épreuve le grain du carton. Derrière la plaque photographique se trouvait, séparé d'elle par une feuille de papier noir, un écran en plomb, d'environ un demi-centimètre d'épaisseur, et percé de deux ouvertures carrées. Ces ouvertures avaient 3^{cm} de côté chacune et étaient séparées par un intervalle de 15^{mm}. La feuille de papier noir interposée entre la plaque sensible et la lame de plomb avait pour but de garantir la plaque contre la lumière extérieure et de lui former un fond uniforme.

» Derrière l'appareil photographique se trouvait la lampe Nernst destinée à produire les rayons N. Cette lampe était enfermée dans une caisse munie, du côté de l'appareil photographique, d'une grande ouverture rectangulaire couverte d'un papier noir. La distance de la lampe à la plaque était de 50^{cm}. La surface sensible était tournée vers l'arrière, de façon à recevoir directement les rayons N ne traversant ainsi que quelques épaisseurs de papier noir.

» Dans ces conditions, on commençait par allumer la lampe Nernst, puis on ouvrait l'obturateur. La surface entière de la plaque recevait la lumière du carton également répartie sur cette plaque, mais les rayons N n'y arrivaient que par les deux ouvertures carrées. Si donc ces rayons N renforçaient l'éclairement sur les surfaces correspondant à ces deux ouvertures, on devait au développement voir apparaître deux carrés plus foncés comprenant entre eux une bande plus claire.

» Nous avons répété cette expérience un grand nombre de fois, variant la nature des plaques, la durée de pose et l'intensité d'éclairage. La pose la plus courte fut de 20 secondes, la plus longue de 5 minutes. On poussait le développement jusqu'à une teinte claire, que l'expérience montre comme la plus propre à faire ressortir les différences d'impression lumineuse.

» Dans aucun cas nous n'avons pu obtenir de résultat positif. Toujours la plaque était uniformément impressionnée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés d'addition du tétrahydrobenzène.* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

« L'action de l'iode et de l'oxyde de mercure sur le cyclohexène en présence de divers réactifs donne naissance, ainsi que je l'ai montré précédem-

ment ([1]), aux dérivés éthérés de glycols hydro-aromatiques. En effectuant la même action avec des anhydrides d'acides organiques, j'ai obtenu de nouveaux éthers des mêmes glycols. Les réactions sont semblables à celles déjà décrites : 2^{mol} de cyclohexène réagissent sur 1^{mol} d'oxyde de mercure et 4^{at} d'iode en présence de 1^{mol} d'anhydride.

» En prenant l'anhydride acétique pour exemple j'ai opéré de la manière suivante : 40^{g} de cyclohexène sont dissous dans 100^{cm^3} d'éther anhydre exempt d'alcool; on ajoute 25^{g} d'anhydride acétique, 55^{g} d'oxyde jaune de mercure, puis, par petites quantités, 124^{g} d'iode finement pulvérisé, en agitant après chaque addition. La réaction est énergique surtout au début et il est nécessaire de refroidir. La liqueur éthérée est séparée du biiodure formé, puis lavée rapidement avec une solution de KI renfermant un peu de bisulfite alcalin. On évite un contact prolongé, l'iodure décomposant le dérivé iodé formé. On lave ensuite à plusieurs reprises à l'eau distillée. La solution est séchée sur le sulfate de sodium anhydre ; l'éther est ensuite chassé par évaporation.

» Le corps ainsi obtenu est l'éther monoiodhydrique et monoacétique d'un cyclohexanediol 1-2. En remplaçant l'anhydride acétique par d'autres anhydrides, on obtient des dérivés analogues.

» Voici les propriétés des corps obtenus avec les anhydrides acétique et propionique :

» *Éther acétique et iodhydrique :* $CH^3 - CO^2 - C^6H^{10} - I$. — C'est un liquide huileux, coloré en jaune, d'odeur et de saveur aromatiques, soluble dans les solvants organiques, de densité 1,61 à 0°, se décomposant à la distillation sous pression réduite, ne cristallisant pas à 0°.

» *Éther propionique et iodhydrique :* $CH^3CH^2CO^2C^6H^{10}I$. — Liquide jaunâtre, huileux, d'odeur et de saveur voisines de celles du dérivé acétique, de densité 1,64 à 0°, se décomposant avant de distiller, ne cristallisant pas à 0°.

» Je montrerai prochainement que ces éthers sont, ainsi que la chloroiodhydrine que j'ai obtenue antérieurement (*Comptes rendus, loc. cit.*), les éthers de l'α-cyclohexanediol 1-2 de Markownikoff et non les dérivés du β-cyclohexanediol, comme les iodhydrines que j'ai préparées précédemment.

» Les réactions qui donnent naissance aux corps que je viens de décrire se passent en deux phases. Dans le cas de l'anhydride acétique, par exemple, une première action s'effectue :

$$CH^3COOCOCH^3 + HgO + I^2 + C^6H^{10} = CH^3CO^2C^6H^{10}I + CH^3CO^2HgI.$$

» Il se forme ainsi un acétoiodure de mercure en même temps qu'une première molécule d'éther acétique et iodhydrique du glycol. Dans une deuxième période de la réaction, deux autres atomes d'iode réagissent sur

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXV, p. 1055-1057.

l'acétoiodure de mercure et le cyclohexène :

$$CH^3CO^2HgI + I^2 + C^6H^{10} = CH^3CO^2C^6H^{10}I + HgI^2,$$

donnant une deuxième molécule d'acétine iodhydrine, tandis que tout le mercure passe à l'état de biiodure.

» La réaction a bien lieu en deux temps, car, si l'on emploie moins de 4 atomes d'iode, on peut isoler l'acétoiodure de Hg, d'ailleurs difficilement séparable du HgI^2 qui l'accompagne. Les deux réactions indiquées se font concurremment, ce qui ajoute à la difficulté, mais la formation du sel mixte est facilement décelée par sa couleur jaune clair. La réaction est comparable à celle effectuée par l'iode et le chlorure de mercure sur C^6H^{10}. Dans ce dernier cas, il se forme d'abord un chloroiodure de mercure; j'ai ainsi été conduit à rapprocher les deux actions. D'ailleurs l'anhydride et HgO interviennent ici en quantités équimoléculaires, c'est-à-dire dans la proportion qui correspond à la composition du sel mercurique.

» J'ai donc fait l'expérience en remplaçant le mélange anhydride + HgO par le sel mercurique correspondant, l'acétate mercurique neutre dans l'exemple cité. J'ai constaté que les résultats étaient identiques. Il est donc indifférent d'opérer avec le sel mercurique ou le mélange d'anhydride et d'oxyde mercurique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse et étude de thio-hydantoïnes substituées cycliques.* Note de M. **M.-Emm. Pozzi-Escot**. (Extrait.)

« Les thio-urées cycliques di-substituées, dont j'ai donné un mode général de préparation dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 450-451), m'ont conduit à la préparation de *a*-*b*-éthyloylthio-uréides di-substituées symétriques, non encore étudiées jusqu'ici. Le mode de préparation usité consiste à faire réagir sur les thio-urées di-substituées *a*-*b* un acide éthanoïque monohalogéné, l'acide monochloracétique ou l'acide monobromacétique. L'hydantoïne sulfurée di-substituée se forme avec un excellent rendement; au moins 90 pour 100 de la théorie.

» Contrairement à ce qui se passe quand on applique cette réaction à de la thio-urée ordinaire, on obtient, non le chlorhydrate, mais la base elle-même. Ces hydantoïnes substituées sont des corps solides, bien cristallisés, mais d'une grande fragilité vis-à-vis des alcalis qui les transforment avec une très grande facilité en l'urée substituée correspondante, avec formation d'acide thio-glycolique. Il semble donc que la thio-urée réagit sur l'acide monochloracétique sous sa pseudo-forme et que l'hydantoïne substituée ainsi formée corresponde aussi à la pseudo-forme de l'hydantoïne normale. On

explique ainsi plus facilement les réactions auxquelles elles donnent naissance :

$$\begin{array}{l}\diagup NH - R \\ C - SH \\ \diagdown\!\!\diagdown N - R'\end{array} + \begin{array}{l}Cl - CH^2 \\ \quad | \\ \quad C = O \\ OH \diagup\end{array} = \begin{array}{l}\diagup\!\!\diagup N - R' \\ C - S - CH^2 \\ \diagdown \qquad\quad | \\ R - N - CO\end{array} + HCl$$

$$\begin{array}{l}\diagup\!\!\diagup N - R \\ C - S - CH^2 \\ \diagdown \qquad\quad | \\ R - N - CO\end{array} + 2H^2O = \begin{array}{l}\diagup NH - R \\ C = O \\ \diagdown NH - R\end{array} + \begin{array}{l}HS - CH^2 \\ \quad | \\ \quad C = O \\ OH \diagup\end{array}$$

» Ce procédé peut servir comme mode de préparation très avantageux des urées substituées *a-b*; car la transformation des thio-hydantoïnes est instantanée et quantitative en solution alcoolique alcaline.

» J'ai préparé de la sorte les corps suivants :

» *a-b-di-o-toluène-a-b-éthyloyl-thio-uréide.* — Ce corps s'obtient très facilement en fondant $0^{mol},5$ de di-*o*-toluène-thio-urée avec $0^{mol},5$ d'acide éthanoïque monohalogéné. On obtient de beaux cristaux octaédriques, légèrement teintés de jaune, fondant à 4° au-dessous de la thio-urée correspondante. Très peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool bouillant, le xylène, le toluène et le chloroforme à froid.

» *a-b-di-p-toluène-a-b-éthyloyl-thio-uréide.* — Ce corps s'obtient à partir de la di-*p*-toluène-thio-urée précédemment décrite; on opère comme pour l'hydantoïne précédente; cristallisé dans l'alcool, c'est un corps presque incolore, en petites lamelles carrées, fondant à 115°.

» *a-b-di-β-naphtyl-a-b-éthyloyl-thio-uréide.* — Il a été obtenu en partant de la di-β-naphtyl-thio-urée-*a-b* par l'acide monochlor- ou monobromacétique.

» *a-b-di-α-naphtyl-a-b-éthyloyl-thio-uréide.* — Ce corps, qui ressemble beaucoup au précédent, s'obtient comme lui, à partir de la dinaphtyl-α-thio-urée. Cristallisé dans l'alcool, il se présente sous forme de petits cristaux prismatiques blancs, fondant à 183°. Il jouit des mêmes propriétés que son isomère β.

» *a-b-diphényl-a-b-éthyloyl-thio-uréide.* — Nous avons préparé ce corps, déjà connu, en partant de la thio-diphénylurée; purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool, il fond à 174°. »

MÉTALLURGIE. — *De la non-fragilité possible de l'acier, après travail au bleu.* Note de M. **Ch Frémont**, présentée par M. Maurice Levy.

« Il est généralement admis que *tous* les fers et aciers, *quelle que soit leur qualité,* deviennent fragiles à la suite d'une déformation permanente effec-

tuée statiquement ou par choc, pendant que le métal est à une température comprise entre 200° et 450° environ.

» Or ce n'est là qu'une hypothèse et les expériences montrent que certains aciers, notamment des aciers pour chaudières ayant servi à la construction de locomotives au chemin de fer de l'Ouest et provenant des aciéries de Denain, non fragiles à l'état vierge, sont encore *non fragiles* après avoir subi une déformation permanente statiquement ou par choc, pendant que le métal était à une de ces températures critiques.

» Chiffres :

A l'état vierge................................	25^{kgm}
Après travail par choc au bleu..................	22^{kgm}

» Essais au choc, avec marteau de 10^{kg} tombant de 4^{m} de hauteur sur barrettes 10×8, entaillées en trait de scie.

» Ces essais prouvent que la fragilité à froid du fer et de l'acier doux après déformation permanente vers le bleu, *n'est pas une propriété absolue* de ces métaux, mais un défaut qui peut être évité au moins dans certains cas et dans certaines conditions convenables de fabrication. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur une méthode de décomposition des ensembles statistiques complexes en ensembles irréductibles.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les courbes de déviation de Galton sont demeurées une méthode de classification purement qualitative : et pourtant elles ne diffèrent pas, au fond, des courbes binomiales de Quételet.

» La méthode de Quételet n'a pas été appliquée autant qu'elle le méritait, sans doute à cause de la longueur des calculs qu'elle exige. On peut substituer [1] à la formule de Quételet la formule très commode

$$y_x = a \times b^{x^2}. \qquad (1)$$

» Quand un ensemble statistique satisfait à cette formule, il présente une

---

(1) Ch. Henry et L. Bastien, *Sur un critérium d'irréductibilité dans les ensembles statistiques* (*Comptes rendus*, 15 juin 1903).

répartition d'événements purement fortuits : il est *irréductible*. En général, les ensembles statistiques ne satisfont pas à cette formule : ce sont des courbes *pseudo-binomiales :* il y a donc lieu de chercher à les décomposer en ensembles irréductibles et c'est à la critique biologique ou sociologique d'interpréter les résultats.

» M. Giard a montré (¹) que les courbes de répartition des largeurs frontales de la carapace du *Carcinus maenas* données par Bateson, courbes présentant deux maxima, confondaient deux catégories d'individus : mâles normaux et mâles parasités par la *Sacculina*. Les points de ces courbes ne sont pas assez nombreux pour pouvoir se prêter au calcul. Nous avons donc choisi une autre courbe, également à deux maxima, donnée par Bateson (²) pour la répartition des longueurs des pinces des perce-oreilles. L'équation de la courbe totale est, puisqu'il y a deux maxima :

$$(2) \qquad y = \mathrm{A}e^{-\alpha(\xi-x)^2} + \mathrm{B}e^{-\beta(\eta-x)^2}.$$

» Des mesures directes sur la courbe donnent : A, B, ordonnées maxima; ξ, η, abscisses des maxima. Il est facile de calculer par une méthode quelconque les aires de chacune des courbes S_1, S_2, en négligeant les ordonnées extrêmes, très petites : on a, en vertu d'une formule bien connue, $S_1 = 2\int_0^\infty \mathrm{A}e^{-\alpha x^2}dx = \mathrm{A}\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$; on en déduit α et l'on opère de même pour β. La vérification de l'équation (2) est parfaite pour la courbe de Bateson. Le même procédé s'appliquerait à des courbes présentant plusieurs maxima.

» Les courbes pseudo-binomiales à un seul maximum et symétriques par rapport à l'ordonnée maxima peuvent être considérées comme résultant de la coïncidence des ordonnées maxima de courbes du groupe qui vient d'être étudié. Dans ce cas on a $\xi = \eta = \zeta$. Choisissons comme nouvelle variable la quantité $(\xi - x)^2$: la courbe donnée devient une courbe de la forme plus maniable

$$(3) \qquad y = \mathrm{A}e^{-\alpha x} + \mathrm{B}e^{-\beta x} + \mathrm{C}e^{-\gamma x} + \ldots.$$

» On peut déterminer le nombre et la valeur de ces différents termes : *a*. par une méthode géométrique; *b*. par une méthode algébrique.

» *a*. Tracer, au moins en leur début, les courbes dérivées et les courbes intégrales successives de la fonction (3). Si l'on fait $x = 0$ dans leurs équations, on a

$$y_0 = \mathrm{A} + \mathrm{B} + \mathrm{C};$$

(¹) *Comptes rendus*, 1894, t. I, p. 870.

(²) *Mat. for the study of variation*, 1894, p. 39-41.

Pour les dérivées successives :

$$-y' = \alpha A + \beta B + \gamma C,$$

$$y'' = \alpha^2 A + \beta^2 B + \gamma^2 C,$$

....

Pour les intégrales successives :

$$-y_{-1} = \frac{A}{\alpha} + \frac{B}{\beta} + \frac{C}{\gamma},$$

$$y_{-2} = \frac{A}{\alpha^2} + \frac{B}{\beta^2} + \frac{C}{\gamma^2},$$

....

» Si l'on a tracé n courbes, on possède n équations pour n inconnues.

» *b*. Afin d'avoir des équations algébriques, choisir sur les x positifs des points x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, ..., dont les distances à l'origine soient proportionnelles à 1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, 2, $\sqrt{5}$, ... En remplaçant successivement x par 0, 1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, 2, $\sqrt{5}$, dans l'équation

$$y = A a^{x^2} + B b^{x^2} + C c^{x^2},$$

on a un système de n équations pour n inconnues, toujours solubles.

» M. E. Waxweiler a donné des exemples très remarquables de ces courbes pseudo-binomiales à un seul maximum dans des courbes de répartition de salaires pour la population industrielle de la Belgique. En appliquant au salaire des hommes la méthode a et au salaire des femmes la méthode b, on trouve que dans ces statistiques ont été confondus deux ensembles hétérogènes, irréductibles, dont nous connaissons dès maintenant la loi de répartition.

» La comparaison des équations de courbes pseudo-binomiales offre un moyen de réaliser en Sociologie la conception énergétique de M. Ernest Solvay [1].

» Si l'on a calculé, d'une part, la courbe de répartition d'énergies disponibles en fonction des écarts par rapport à l'énergie moyenne $[y = a \times b^{(c-x)^n}]$; d'autre part, la courbe de répartition des nombres de salaires en fonction des écarts par rapport au salaire moyen $[y = a \times b_1^{(c-x_1)^{n_1}}]$ on peut identifier dans ces deux courbes a et c; il vient $b^{(c-x)^n} = b_1^{(c-x_1)^{n_1}}$, d'où en posant $\alpha = \frac{\log b_1}{\log b}$, $\frac{n_1}{n} = \mathrm{N}$:

$$(4) \qquad c - x = \alpha(c - x_1)^{\mathrm{N}},$$

équation qui relie les salaires à l'énergie disponible. Si $\mathrm{N} = 1$, en admettant comme caractéristique de la justice une proportionnalité entre les salaires et l'énergie, c'est la justice sociale. On peut, en appliquant le même principe, transformer des *cotes* en nombres et des mesures indirectes en mesures équivalentes à des mesures directes. »

---

(1) Ernest Solvay, *L'énergétique considérée comme principe d'orientation rationnelle pour la Sociologie* (*Société d'Hygiène alimentaire,* mai 1904).

ZOOLOGIE. — *Sur les glandes annexes de l'appareil séricigène des larves de Lépidoptères*. Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les *glandes annexes* ou accessoires des glandes séricigènes du *Bombyx mori* ont été l'objet d'une étude toute spéciale de la part de Gilson et de L. Blanc. Le premier leur a donné le nom de *glandes de Filippi*. Nous avons étudié ces mêmes organes chez un grand nombre de larves de Lépidoptères et nous avons reconnu des formes très complexes et fort variables d'une espèce à l'autre. Elles sont généralement paires et constituées tantôt par un assemblage de glomérules ovoïdes ou sphériques, tantôt par deux grappes de lobules allongés et coniques, renflés postérieurement et allant s'ouvrir à l'extrémité d'un canal excréteur. Ce dernier est plus ou moins long, parfois sinueux et va déboucher vers la partie terminale des conduits efférents des glandes séricigènes, tantôt vers le point de convergence des deux tubes, tantôt à une certaine distance de ce point, parfois même sur le canal impair ou tube fileur.

» Ces glandes ont été décrites pour la première fois par Lyonet (1762) chez la larve du *Cossus*. Il les désigna sous le nom de *corps bulbeux au moyen duquel les deux vaisseaux sont réunis en cet endroit sans s'aboucher*. Ce corps bulbeux correspond, sans nul doute, aux glandes accessoires qui nous occupent. Aussi devrait-on les appeler *glandes de Lyonet* et non *glandes de Filippi*, attendu que ce dernier n'a décrit ces organes que 90 ans plus tard (1854), chez la larve du *Bombyx mori*, sous le nom de *glandes acineuses*.

» Cornalia a parlé du canal excréteur de ces organes et Helm (1876) a décrit les glandes accessoires des glandes séricigènes de quelques larves de Lépidoptères. Enfin Gilson (1890) et L. Blanc (1891) ont fait une étude détaillée de ces organes chez le Ver à soie, où ils sont formés par deux petits massifs lobulés placés de chaque côté du conduit efférent de la glande séricigène.

» Leurs fonctions sont encore problématiques. Pour les uns, elles sécrètent un liquide visqueux destiné à agglutiner les deux fils de la soie; d'autres au contraire considèrent leur sécrétion comme ayant simplement pour effet de durcir le filament soyeux.

» Nos recherches actuelles ont porté sur les *glandes annexes* de l'appareil

séricigène des larves appartenant aux espèces suivantes : *Hadena monoglypha, Agrotis fimbria, Asphalia flavicornis, Stauropus fagi, Arctia caja* et *Acherontia atropos.*

» Chez les quatre premières espèces ces organes sont relativement volumineux et constitués par deux grappes formées par un assemblage de lobules allongés, renflés à leur extrémité distale et débouchant au sommet d'un canal excréteur cylindrique, parfois sinueux. Dans les deux dernières espèces au contraire, les glandes accessoires sont tout à fait rudimentaires, peu différentes comme forme de celles du *Cossus* et comprennent un petit massif de glomérules, ovoïdes ou piriformes, appendus tantôt aux conduits excréteurs pairs, tantôt au canal fileur de la glande séricigène.

» Les glandes accessoires des larves d'*Hadena monoglypha* sont volumineuses et composées de deux grappes latérales formées d'un grand nombre de lobes (26 à 30) coniques, très allongés, amincis en avant, renflés du côté distal, semblables à des acini lagéniformes et allant déboucher dans une partie élargie, correspondant à un réceptacle collecteur. A ce dernier, peu développé et aplati, fait suite le conduit excréteur; sorte de tube cylindrique, court et peu sinueux, à parois épaisses laissant voir néanmoins, par transparence, l'intima chiniteuse interne pourvue d'épaississements spiralés ou circulaires. Sa direction est presque perpendiculaire à celle des canaux efférents des glandes séricigènes et son orifice est situé à 1^{cm} environ de leur point de convergence. Chez le *Stauropus* au contraire, l'embouchure des canaux des glandes accessoires est placé tout à fait dans le voisinage du point de fusion des deux glandes de la soie.

» Les glandes annexes de l'*Arctia caja,* ainsi que celles de l'*Acherontia atropos,* sont rudimentaires et manifestement atrophiées. Elles comprennent un petit massif de follicules irréguliers, les uns piriformes ou coniques et les autres sphériques, s'ouvrant dans le canal excréteur des glandes séricigènes. Elles forment une sorte de manchon entourant chaque canal excréteur, à une petite distance de son point d'union avec son congénère. Chez l'*Acherontia,* le massif glandulaire est situé au contraire sur le canal fileur impair, qui est très court.

» Au point de vue *histologique,* chaque follicule est entouré extérieurement par une très mince membrane péritonéale. Les cellules internes sont volumineuses, à parois latérales indistinctes, pourvues de vacuoles et à noyaux ovales, irréguliers et mamelonnés. Le protoplasme est granuleux du côté externe.

» Le canal excréteur a à peu près la même structure que celui des

glandes séricigènes. Son épithélium est formé de cellules rectangulaires, à protoplasma granuleux extérieurement et strié du côté interne. Les striations, peu apparentes, forment une bandelette rectiligne. Les noyaux, de forme allongée ou ovale, parfois recourbés, présentent peu de ramifications latérales. Ces dernières sont réduites à des sinuosités peu accentuées. La lumière du canal est limitée par une membrane cuticulaire striée, épaissie par des anneaux chitineux spiralés ou circulaires. Cette membrane se continue avec celle des canaux des glandes séricigènes. Le passage des épithéliums des deux sortes de canaux se fait de même d'une manière progressive. »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'hydranthe des* Campanulariidæ *et des* Plumulariidæ. Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les premiers stades du développement de l'hydranthe des Hydroïdes calyptoblastiques jusqu'au début de l'apparition des tentacules ont été bien suivis par Allman ([1]) chez le *Campanularia flexuosa* Hcks., mais la formation des tentacules demande à être précisée.

» J'étudierai d'abord ce qui se passe chez l'*Obelia longissima* Pall. Je partirai du stade où le cœnosarque détaché du périsarque dans la partie moyenne de l'ébauche de l'hydranthe est rattaché aux parois de la future hydrothèque à sa partie inférieure par un mince bourrelet et forme à la partie supérieure un tampon épais en contact avec le périsarque. La surface libre de ce tampon, d'abord régulièrement convexe, se déprime suivant une ligne circulaire et il en résulte la formation d'une gouttière limitée extérieurement par un rebord circulaire et intérieurement par un mamelon ébauche de l'hypostome. Bientôt après, le rebord extérieur se hérisse de petites denticulations, ébauches des tentacules. Une conséquence de ce développement est le décollement du cœnosarque à la périphérie ; il ne reste alors fixé au périsarque que par le mamelon central qui a pris un plus grand développement. Cette adhésion cesse bientôt par suite de la contraction du jeune hydranthe qui arrive à n'occuper que les deux tiers de la longueur de sa loge. Les tentacules peuvent alors se développer librement, ils s'allongent par leur extrémité distale, en même temps il se produit entre chaque tentacule une incision qui se poursuit jusqu'au fond de la gouttière.

» Sur les coupes en série on voit, au stade qui nous a servi de point de départ, se former à la périphérie des bourgeons endodermiques en nombre égal à celui des futurs

---

([1]) *A monograph of the gymnoblastic or tubularian Hydroïds* (London, Ray Society, 1872).

tentacules. Ces bourgeons s'enfoncent dans l'ectoderme et déterminent la formation du rebord de la gouttière annulaire. Ils sont confluents à leur base, mais séparés à leur partie supérieure où ils sont noyés complètement dans l'ectoderme; ils s'en distinguent cependant facilement, entourés qu'ils sont par la lamelle de soutien. A leur extrémité distale, les cellules présentent un protoplasme granuleux, tandis qu'à la base elles sont vacuolaires et ont pris les caractères des cellules endodermiques des tentacules développés.

» C'est l'accroissement de ces bourgeons endodermiques accompagné de la prolifération de l'ectoderme qui détermine la formation des dentelures du rebord de la gouttière annulaire.

» Les tentacules acquièrent graduellement leur complet développement et, pendant tout ce processus, l'hydrothèque reste close à sa partie supérieure. Une fois développé l'hydranthe fait effort contre le plafond de sa loge, il se produit une petite déchirure sur le bord supérieur de l'hydrotèque et l'on voit sortir un ou deux tentacules qui élargissent peu à peu l'orifice. Finalement, l'hydranthe fait sauter toute la couverture et s'épanouit au dehors. Ce développement demande environ 40 heures ($T = 10°-12°$).

» Comme je l'ai montré ailleurs (¹), il s'accumule dans la cavité digestive de l'hydranthe des substances de déchet qui sont rejetées par la bouche avant son épanouissement. Lorsque ces substances sont en très grande quantité elles forment un matelas épais au-dessous du plafond de la loge et empêchent les tentacules d'exercer leur effort sur ce plafond, de sorte que l'épanouissement de l'hydranthe peut en être beaucoup retardé, voire même empêché. Il en est de même pour toutes les espèces de *Campanulariidæ* que j'ai étudiées.

» Chez la *Campanularia flexuosa* Hcks. les choses se passent exactement de la même façon, mais l'épanouissement de l'hydranthe est plus lent, il exige 50 à 60 heures ($T = 16°$).

» Chez l'*O. geniculata* L. la gouttière se transforme en une coupe terminale, puis il se reforme un mamelon central entouré par une gouttière annulaire. J'ai aussi observé ce même processus chez l'*O. longissima,* mais une fois seulement sur un grand nombre de cas. L'hydranthe de l'*O. geniculata* met environ 18 à 20 heures à se développer ($T = 18°-20°$).

» Chez l'*O. dichotoma* L. la gouttière annulaire ne se forme pas d'emblée. Après une première apparition l'extrémité de l'ébauche de l'hydranthe devient de nouveau régulièrement convexe; puis la gouttière reparaît et ainsi de suite pendant un certain temps. Finalement il se forme une coupe terminale au centre de laquelle apparaît et disparaît le mamelon, ébauche de l'hypostome. Ces alternatives d'apparition et de disparition de la gouttière et ensuite du mamelon tiennent à la contraction et à la dilatation du corps même du futur hydranthe. Finalement le mamelon persiste, les bords de la dépression annulaire montrent des denticulations et les choses se passent ensuite comme chez l'*O. longissima,* mais il ne faut que 30 heures pour que l'hydranthe soit complètement formé ($T = 16°-18°$).

(¹) *Contribution à l'étude des Hydroïdes* (*Thèses,* Paris, 1904, et *Ann. Sc. nat. Zool.,* 8ᵉ série, t. XX).

» Chez le *C. angulata* Hcks. on voit une coupe terminale au centre de laquelle apparaît et disparaît, puis finalement persiste le mamelon qui doit former l'hypostome. Le développement complet de l'hydranthe demande une trentaine d'heures (T = 18°-20°).

» Le *Plumularia echinulata* Lamk., qui appartient à une famille différente (*Plumulariidæ*), montre au point de vue du développement de l'hydranthe quelques particularités. Une première constriction sépare du cœnosarque général la partie renflée qui deviendra l'hydranthe; à ce niveau il se développe une lame de périsarque qui représente le fond de l'hydrothèque. Comme chez les *Campanulariidæ* étudiées plus haut, il se forme une dépression annulaire entourant un mamelon. Les tentacules apparaissent de la même façon. Après quoi il se produit une nouvelle constriction qui sépare l'hydranthe en deux régions. L'hydrothèque est moins spacieuse que chez les *Campanulariidæ;* comme elle est fermée au début, les tentacules se développent dans un espace très restreint, se serrent les uns contre les autres puis finalement font éclater le plafond de la loge. A ce moment, ils n'ont pas acquis toute leur longueur et ils continuent à croître après l'épanouissement de l'hydranthe dont la formation jusqu'à sa sortie exige de 15 à 20 heures (T = 18°-20°).

» En résumé on voit que chez les *Campanulariidæ* et les *Plumulariidæ* l'ébauche des tentacules confluents à l'origine forme le bord extérieur d'une gouttière annulaire qui entoure un mamelon représentant le futur hypostome. Les tentacules sont déjà indiqués dans ce rebord, chacun par une file de cellules endodermiques, puis ils se montrent au dehors sous la forme de denticulations en même temps que le rebord se découpe entre chacun d'eux jusqu'au fond de la gouttière. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Résistance à la dessiccation de quelques Champignons.* Note de Mme **Z. Gatin-Gruzewska**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Pendant un séjour au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, il m'a été possible d'observer que certains Champignons, desséchés, avaient la faculté de reprendre la vie. Les Champignons desséchés pendant un temps plus ou moins long à l'air ou à l'étuve à 37°C., rehumidifiés, reprenaient leur turgescence, leur couleur et leur odeur caractéristiques. J'ai employé la mesure de la respiration des sujets en expérience comme critérium de leur reviviscence. Les lots de Champignons dont on connaissait le poids et le volume respiraient à l'obscurité pendant 1 heure et à une température connue dans de petites cloches retournées sur le mercure et contenant un volume d'air exactement mesuré. Le Tableau suivant donnera les résultats généraux de quelques expériences faites dans des conditions

aussi identiques que possible. Les Champignons frais étaient mis en expérience immédiatement après être séparés du substratum et les Champignons desséchés 1 ou 2 heures après rehumidification :

Espèce.	Poids frais initial en grammes.	Temps à l'étuve à 37° C. en jours.	Poids après dessiccation en grammes.	Poids humide en grammes.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 dégagé par 1^g de poids frais pendant 1 heure à 15° C. en centimètres cubes.
Polyporus fomentarius.						
Frais................	10	»	»	»	0,78	0,23
Desséché puis rehumidifié	10,9	10	5	9	0,8	0,16
Polyporus betulinus.						
Frais................	12	»	»	»	0,63	0,198
Desséché puis rehumidifié	7,2	11	2	8	0,63	0,12
Polyporus adustus.						
Frais................	15	»	»	»	0,76	0,68
Desséché puis rehumidifié	12	8	1,8	8,9	0,75	0,11
Lactarius decipiens.						
Frais................	5,5	»	»	»	0,79	0,31
Desséché puis rehumidifié	10	8	0,7	5	0,8	0,02
Amanita citrina. Frais.	15	»	»	»	0,8	0,21
Desséché puis rehumidifié	9	8	0,3	2	0	0 (1)

» DÆDALEA QUERCINA. — Entier, poids frais = 35^g; desséché à 37° C. pendant 4 jours, poids sec = 9^g; on en a fait deux lots de 4^g.

» *Premier lot.* — Non rehumidifié, mis en expérience, donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0$. Intensité = 0.

» *Second lot.* — Rehumidifié, poids humide = 9^g, mais dans les mêmes conditions en expérience : $\frac{CO^2}{O^2} = 0,56$. CO^2 dégagé par 1^g du poids sec en 1 heure à 13° = $0^{cm^3},12$.

» *Le premier lot,* remis à 37° C. pendant 9 jours, ne change pas de poids; rehumidifié, donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0,5$ et CO^2 pour 1^g du poids sec = 0,03.

---

(1) Oxygène trouvé : 20,49 pour 100.

» Un autre exemplaire cueilli depuis quelques années, rehumidifié, ne reprend ni turgescence, ni couleur, ni odeur et donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0$. Oxygène trouvé = 20,75 pour 100.

» AURICULARIA TREMELLOIDES. — Deux lots chacun de 16g poids frais.

» *Premier lot.* — Donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0,53$ et CO^2 dégagé par 1g poids frais pendant 1 heure à 15° C. = $0^{cm^3},048$.

» *Second lot.* — Desséché pendant 4 jours à 37° C., poids sec = 1g,5; rehumidifié = 10g, donne, dans les mêmes conditions, $\frac{CO^2}{O^2} = 0,59$ et CO^2 dégagé = $0^{cm^3},042$.

» *Ce second lot*, desséché encore 10 jours à 37° C., poids sec = 1g,2; rehumidifié, pèse 9g et donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0,6$. CO^2 dégagé pour 1g, poids frais initial = $0^{cm^3},03$.

» POLYPORUS LUCIDUS. — Desséché au laboratoire depuis le mois de juin, rehumidifié le 11 octobre, donne, à 9° C., $\frac{CO^2}{O^2} = 0,66$ et CO^2 dégagé par 1g, poids humide, pendant 1 heure = $0^{cm^3},022$; un autre lot donne, à 15° C.,

$$\frac{CO^2}{O^2} = 0,66, \qquad \text{et } CO^2 \text{ dégagé par } 1^g = 0^{cm^3},025.$$

» Le 13 octobre, à 15° C., $\frac{CO^2}{O^2} = 0,6$ et CO^2 dégagé pour 1g, poids humide, pendant 1 heure = $0^{cm^3},020$. Un autre exemplaire, desséché depuis plusieurs années, mis à l'expérience dans les mêmes conditions, ne reprend ni turgescence, ni odeur et donne $\frac{CO^2}{O^2} = 0$. Oxygène trouvé = $20^{cm^3},5$.

» La résistance à la dessiccation des graines, des spores et des sclérotes est bien connue (1). Il en est de même pour certaines jeunes plantules (2) et dans tous ces cas la germination sert de critérium à la reviviscence.

» Certains cryptogames vasculaires desséchés pendant plusieurs années dans l'herbier peuvent reprendre leur turgescence et leur couleur (3).

» Les observations que j'ai eu l'occasion de faire m'ont paru d'autant plus intéressantes que la reviviscence a pu être mise en évidence par la mesure d'un phénomène physiologique. »

---

(1) SCHRÖDER, *Unters. a. d. Botan. Institut z. Tübingen*, 1886, Bd. II, p. 13.

(2) G. BONNIER, *Rev. gén. de Botan.*, t. IV, 1892, p. 193.

(3) B. BUREAU, PAUL BERT, WITTROCK, *voir* pour la littérature complète : PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, Bd. II, p. 321-329.

AGRONOMIE. — *Sur la constitution de la terre arable.* Note de MM. A. Delage et H. Lagatu, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

« Jusqu'à ce jour l'étude analytique de la terre arable a comporté : d'une part, la séparation mécanique de lots de fragments plus ou moins fins, à l'aide de tamisages et de lévigations ; d'autre part, des séparations chimiques permettant de déterminer les proportions respectives des parties calcaire, siliceuse, organique et les quantités de certains éléments dits *fertilisants*.

» On conçoit tout le parti que doit pouvoir tirer l'Agronomie d'une analyse qualitative plus délicate, fournissant la liste complète des espèces minérales qui entrent dans la composition d'une terre. Des recherches, dirigées dans ce sens depuis un an, nous ont conduits à des résultats qui touchent à des questions très diverses et dont nous ne retiendrons, dans la présente Note, que l'interprétation au point de vue du processus alimentaire de la terre arable à l'égard des végétaux.

» Notre méthode d'observation consiste essentiellement à préparer, à l'aide de la partie fine de la terre, une plaque mince à faces parallèles, distantes d'environ $0^{mm},01$, et à examiner cette plaque mince au microscope polarisant et à lumière parallèle, à la façon des roches.

» La terre arable qui, dans tous les traités classiques, est présentée comme le résultat d'une désagrégation et d'une *décomposition* des minéraux essentiels des roches, nous est apparue, d'une manière constante, comme un simple produit de désagrégation. Les minéraux y sont à l'état où on les rencontre dans les roches d'origine, c'est-à-dire à un état de pureté parfaite ou présentant, sans accentuation, les épigénies connues dans les roches. Les feldspaths sont normaux, le quartz normal ; de même les micas, la calcite, la tourmaline, l'apatite, le zircon, etc. Ils n'ont subi ni décomposition, ni corrosion localisée.

» La terre arable étant ramenée à l'idée d'une roche simplement triturée, on est naturellement porté à se demander comment les végétaux y vivent.

» Une seule hypothèse nous paraît s'accorder avec nos observations. Elle consiste à admettre que toutes les transformations chimiques dont la terre arable est le siège sont consécutives à des dissolutions simples et directes de ses minéraux constituants, qui livrent ainsi aux dissolvants, à l'eau principalement, en proportion très faible mais constante, la totalité de leur substance. Il se dissout du feldspath, du mica, de l'apatite, du talc, de la calcite, de la dolomie, etc. et ces dissolutions, laissant intacte la partie non dissoute des minéraux, sont l'acte préparatoire et nécessaire aux réactions chimiques ultérieures.

» Cette conclusion, en quelque sorte imposée par l'état des minéraux dans la terre arable, s'accorde avec ce que l'on sait de la solubilité des minéraux finement pulvérisés (anciennes expériences de Menier) et de la composition des eaux potables. Elle s'accorde remarquablement avec les expériences récentes et démonstratives de M. Schlœsing fils ([1]), ramenant la conception de substance assimilable à celle de substance soluble à l'eau.

» En dehors de cette conception générale de la terre arable, l'observation microscopique en plaques minces fournit, on le comprend, de nombreux documents. Elle dit rapidement la grande majorité des éléments qui entrent dans la composition d'une terre arable; elle dit les combinaisons naturelles, c'est-à-dire les minéraux dans lesquels ces éléments sont engagés et, donnant ces espèces, elle donne par le fait même leurs caractères et leurs propriétés connues. Le nombre des éléments révélé par elle est très souvent supérieur à celui que révèle l'analyse chimique, parce que celle-ci ne recherche que ce qui lui semble avoir de l'intérêt. Elle dit l'origine des minéraux de la terre, la nature des roches primitives, éruptives ou sédimentaires qui les ont fournis. Elle donne enfin à l'étude agronomique un si solide appui que désormais toute étude vraiment scientifique d'une terre arable nous paraît devoir user simultanément de l'analyse chimique et de l'analyse minéralogique, qui se complètent et s'éclairent mutuellement à souhait. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une nouvelle Pomme de terre propre à la culture en terrains humides*. Note de M. **Labergerie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« En 1901, à la suite de la lecture d'une Note parue dans un journal agricole qui annonçait que le *Solanum Commersoni* Dunal pouvait constituer une bonne plante fourragère pour terrain marécageux, je demandai au signataire de la lettre, M. Davin (du Jardin botanique de Marseille, dirigé par M. le professeur Heckel), quelques spécimens de cette plante de l'Uruguay récemment introduite. Quelques jours plus tard, M. Davin m'expédiait des tubercules et m'écrivait : « Le *Solanum Commersoni* ne pa- » raît pas être une plante pour votre climat.... »

» Les tubercules, fort petits et ridés, furent plantés à Verrières (Vienne)

([1]) *Comptes rendus* du 28 décembre 1903.

dans un sol très fertile et frais, sur le bord d'un ruisseau. Tous germèrent régulièrement.

» La tige de l'un des pieds grossit un peu plus et devint plus grande, tout en conservant le même aspect que celles des autres pieds.

» A la fin de juillet, deux tubercules violets portant peu de lenticelles émergèrent du sol au ras de la tige. Cuits, ils furent trouvés bons, quoique un peu amers.

» A l'arrachage d'octobre ce pied fournit encore six petits tubercules violets à peau presque lisse. Les autres pieds donnèrent tous des tubercules conformes au type primitif du *Solanum Commersoni*.

» En 1902, les tubercules violets me permirent de faire douze plants; l'un d'eux fournit à lui seul $3^{kg},500$ de tubercules.

» Les tiges grosses ramifiées, analogues à celles du *Solanum tuberosum*, avaient des feuilles plus étroites, vert très foncé, tomenteuses et des fleurs très rares d'un violet foncé.

» En 1903, 120 pieds environ fournirent : sur terrain maigre et siliceux, l'équivalent de 55000^{kg} à l'hectare ; sur terrain très fertile frais, l'équivalent de 103000^{kg} à l'hectare.

» Les tiges prirent des développements énormes; quelques-unes avaient $3^{m},80$ de longueur. Certains tubercules pesaient 1500^{g} à l'arrachage. Des tubercules aériens se montrèrent gros et nombreux.

» Les fleurs restèrent très rares; aucune ne fructifia.

» Le type primitif fut ravagé par le *Phytophthora* et, malgré l'intensité des maladies cryptogamiques, aucune atteinte ne parut sur la variété violette.

» En 1904, la division, œil par œil, des tubercules du *Solanum Commersoni* me permit d'obtenir 11500 pieds.

» En terrain très sec, les rendements avoisinèrent ceux des pommes de terre locales, pour les dépasser dans des proportions d'autant plus considérables que le terrain était plus humide.

» On peut chiffrer les rendements de 10000^{kg} en terrain très sec à 90000^{kg} au moins à l'hectare en terrain très humide.

» La plante a accentué son développement, les tubercules ont dépassé 1600^{g} et des fanes ont atteint $4^{m},50$ de longueur.

» Les tubercules aériens ont pris des proportions considérables et constitué une fraction importante de la récolte en terrain humide; certains ont atteint 1130^{g}.

» La richesse en fécule est passée de 11,5 pour 100 en 1901 à 14 pour 100 en 1903 et 17 pour 100 en 1904. La saveur des tubercules est parfaite.

» L'eau et la lumière paraissent avoir une influence supérieure à la fertilité du sol sur les rendements du *Solanum Commersoni* et surtout de la variété violette.

» A la suite des essais de culture en grand dont je viens de rendre compte, on peut assurer que l'on sera, par le *Solanum Commersoni*, jusqu'ici seule-

ment recommandé comme plante fourragère, en possession d'une nouvelle pomme de terre, nutritive, excellente au goût et qui préfère les terrains humides, nuisibles à la culture des pommes de terre actuellement cultivées. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la gazéification des combustibles végétaux et la génération d'une force motrice economique en Agriculture.* Note de M. L. **Bordenave**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai effectué sous les auspices de MM. Ménier, dans leur usine de Noisiel, un grand nombre d'expériences de gazéification et d'utilisation, dans des moteurs à gaz pauvre, de produits végétaux qui ont le plus grand intérêt au point de vue agricole.

» Ces essais ont eu lieu depuis la visite de l'usine de Noisiel (16 juin 1904) par le Congrès de la Société technique de l'Industrie du Gaz.

» *Considérations générales.* — Les petites usines agricoles des fermes se servent de charbon transporté à grands frais et de locomobiles ou moteurs fixes plus ou moins bien étudiés ou réglés, de sorte qu'il est courant d'obtenir le cheval-heure avec 3^{kg} ou 4^{kg} de charbon, soit à un prix de revient de $0^{fr},20$ à $0^{fr},30$.

» L'emploi de moteurs à pétrole ou huiles lourdes n'a remédié que d'une façon insuffisante à cette situation, car le prix de revient est encore fort élevé.

» Le Ministère de l'Agriculture, dans une circulaire adressée aux Préfets le 6 juillet 1904, indique l'intérêt qu'il y aurait à utiliser des barrages abandonnés pour des usages agricoles par l'intermédiaire du transport d'énergie électrique.

» En immobilisant un capital de 1500^{fr} par cheval hydraulique, il est possible, en général, d'obtenir le cheval-heure utile au-dessous de $0^{fr},10$; mais en raison des pénuries d'eau et par suite de l'emploi de moteurs de secours, cette solution ne donne pas entièrement satisfaction.

» Les essais pratiqués à Noisiel sur des foins inférieurs, pailles de blé et d'avoine, les feuilles de peuplier, platane, etc., les joncs, roseaux, ont donné des résultats notables au point de vue utilisation et bas prix du cheval-heure et permettent d'envisager la création de l'usine syndicale, groupant les besoins d'un certain nombre de fermiers utilisant 40 à 50 chevaux et plus, alimentée par des gazogènes à colonne de réduction et utilisant, comme combustibles, les produits et déchets sus-mentionnés.

» Ces divers produits et déchets seraient ramassés, séchés et comprimés en bottes de 350^{kg} au mètre cube. Les pailles seraient brisées et hachées avant la compression, le tout remisé dans les hangars de l'usine génératrice pour les besoins de la manutention et l'approvisionnement de l'hiver.

» L'usine centrale agricole ne consommerait pas de combustible minéral, sauf la quantité très minime de charbon de bois ou de coke pour l'entretien des colonnes de réduction.

» Les résultats obtenus sur la gazéification des combustibles et déchets végétaux sont les suivants :

» *Traitement des foins.* — Les foins traités provenant de prairies marécageuses de la Marne avaient la composition suivante : cendres, 5 pour 100; eau, 14 pour 100; azote total, 1,5; potasse, 1,2; soude, 0,07; chaux, 0,60; magnésie, 0,27: acide silicique, 1,5; acide sulfurique, 0,2; acide phosphorique, 0,3.

» Le cheval-heure effectif a été obtenu avec $1^{kg},020$. En estimant le foin inférieur à 16^{fr} la tonne et en comptant une fois pour toutes le cheval-heure à $0^{fr},04$ comme conduite et amortissement, le prix de revient est de $0^{fr},056$.

» Si l'on prend des foins de qualité moyenne, employés normalement pour l'alimentation et dont l'analyse est la suivante : eau, 14,9; cendres, 6,1; matières protéiques, 9,7; cellulose, 27,4; matières amylacées, 40,7; graisses, 2,75; et que j'estime à un prix de revient de 36^{fr}, le cheval-heure ressortirait à $0^{fr},076$.

» Le foin était chargé au gazogène sans précautions et légèrement tassé avec une perche.

» Le mâchefer potassique, qui pourrait recevoir une utilisation agricole comme engrais, se formait à la base de la colonne de chargement et était déliquescent à froid.

» *Traitement des pailles.* — Les pailles de blé et d'avoine donnent des résultats plus avantageux encore que les foins. La paille de blé traitée au gazogène avait la composition suivante : cendres, 4,2 pour 100; eau, 13 pour 100; azote total, 0,52; potasse, 0,87; soude, 0,08; chaux, 0,26; magnésie, 0,10; acide silicique, 3,60; acide sulfurique, 0,11; acide phosphorique, 0,21.

» Le cheval-heure effectif a été obtenu avec $1^{kg},050$. La paille de blé étant estimée 22^{fr} la tonne comme prix de revient, le cheval-heure ressort au total à $0^{fr},063$. En employant la paille d'avoine, le cheval-heure ressortirait à $0^{fr},057$.

» Les cendres se produisent à la base de la colonne de chargement.

» *Traitement des joncs, roseaux, mousses.* — Ces produits ne se traitent avantageusement qu'autant qu'ils ne contiennent pas une trop grande quantité d'eau; il est nécessaire de les sécher en les étendant au soleil pendant le beau temps.

» Les joncs donnent des chiffres de consommation supérieurs de 20 pour 100 et plus aux foins traités plus haut.

» *Traitement des feuilles tombées.* — Les essais ont été poursuivis sur des feuilles tombées automnales; les feuilles de hêtre traitées au gazogène avaient la composition suivante : cendres, 4,7 pour 100; eau, 14 pour 100; azote total, 1,3; potasse, 0,23; soude, 0,05; chaux, 2,12; magnésie, 0,30; acide silicique, 1,5; acide sulfurique, 0,075; acide phosphorique, 0,22.

» Le cheval-heure effectif a été obtenu avec $0^{kg},590$. En estimant le prix de revient de la tonne à 6^{fr} (récolte, transport et compression), le cheval-heure ressort à $0^{fr},043$.

» Les feuilles de chêne ayant sensiblement la même composition donneraient le même résultat. Les feuilles de marronniers ont donné $0^{kg},600$ et les feuilles de platanes ont donné $0^{kg},560$.

» Le traitement des feuilles fournit donc des résultats absolument remarquables.

» *Traitement des sciures, frisures et déchets de bois.* — Souvent l'usine génératrice agricole pourra s'alimenter de sciures, frisures et déchets de bois.

» Les sciures peuvent se conserver en silos pour se consommer au fur et à mesure des besoins. La sciure de peuplier traitée a la composition suivante :

» Cendres, 2,8 pour 100; eau, 15 pour 100; potasse, 0,74; soude, 0,18; chaux, 1,10; magnésie, 0,20; acide silicique, 0,008; acide sulfurique, 0,14; acide phosphorique, 0,30; chlore, néant.

» Le cheval-heure a été obtenu avec $1^{kg},800$ de sciure. Les frisures de rabotage constituent un déchet un peu plus volumineux et donnent le cheval-heure avec $1^{kg},350$. En estimant à 6^{fr} la tonne le prix de ces déchets, le cheval-heure est obtenu à $0^{fr},05$ en nombre rond.

» Les essais ont été faits avec une installation de 70^{chx} de puissance, comportant un gazogène à colonne de réduction dit *auto-réducteur système Riché,* et un moteur à gaz pauvre de la Compagnie Duplex.

» Ils ne sont pas particuliers à ces types d'appareils, mais le gazogène à combustion renversée et la colonne de réduction trouvés, il y a plus de 60 ans, par le savant éminent qu'était Ebelmen, n'ont pas reçu de modifications fondamentales pour obtenir ces résultats. »

GÉOLOGIE. — *Le terrain houiller en Lorraine française.* Note de M. FRANCIS LAUR.

« Le terrain houiller, prolongement du bassin de Sarrebrück sous la Lorraine française, vient d'être rencontré par deux sondages avant 700^{m} de profondeur après avoir traversé régulièrement sans incident le Keuper, le Mushelkak, le Grès bigarré et le Grès des Vosges. Peu ou point de permien.

» Le terrain houiller s'est annoncé par des schistes charbonneux à 680^{m}, au sondage d'Eply au nord-est de Pont-à-Mousson. Des passées de houille ont été rencontrées. La nature du combustible a été déterminée sur un morceau moyen.

» Voici cette analyse :

Humidité	1,88
Matières volatiles	36,12
Cendres	13,23 (rouges)
Carbone fixe	48,77
	100,00
Pouvoir agglutinant	4 à 5

» Conclusion : *charbon flambant.*

» M. Zeiller, d'après les fossiles qui lui ont été soumis, a déterminé qu'on était dans l'étage westphalien. Par rapport au bassin de Sarrebrück, on se trouverait dans le sous-étage moyen qui contient, comme on sait, 90 couches flambantes.

» L'étage inférieur, avec 117 couches de houilles grasses à coke, serait en dessous, selon toute probabilité.

» Ainsi se trouve vérifiée l'hypothèse que nous avons émise en 1900,

dans nos publications (¹) sur le prolongement du bassin de Sarrebrück en France, suivant une ligne axiale Neukirchen-Pont-à-Mousson. Nous devons rendre hommage en cette circonstance à M. Bergeron, dont le travail sur les plis hercyniens a été pour nous un trait de lumière. Nous n'avons fait qu'émettre l'hypothèse du parallélisme du pli Sarrebrück-Pont-à-Mousson avec les trois plis houillers Essen-Douvres, Villé-Autun et Ronchamp-Creusot. Cette hypothèse se trouve confirmée aujourd'hui par les deux sondages de Lesmenils et Eply situés de chaque côté de notre ligne axiale Neukirchen-Pont-à-Mousson et qui sont tous les deux à l'heure actuelle dans le Houiller.

» Cinq sondages nouveaux sont en préparation et le mouvement d'exploration houillère de la Lorraine française va prendre une extension considérable. D'après nous, l'anticlinal houiller s'étendrait de Pont-à-Mousson à Nancy sur 20^{km} à 30^{km} de largeur. Ce serait le plus puissant bassin houiller sous-jacent connu. Il s'étendrait jusqu'au nord de Commercy, passerait sous le Crétacé parisien et émergerait de nouveau dans l'ouest de la France. Il aurait ainsi 600^{km} de longueur. Mais, pour le moment, constatons seulement qu'il existe certainement sous la Lorraine française. C'est déjà, pour notre pays métallurgique de l'Est, une nouvelle d'une importance considérable. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *La crue glaciaire de la fin du* XIXᵉ *siècle et les différents facteurs qui ont déterminé les anomalies de cette crue dans le massif du Pelvoux.* Note de MM. **Ch. Jacob** et **G. Flusin**, présentée par M. de Lapparent.

« A la suite des observations recueillies par le prince R. Bonaparte, par MM. Kilian, Flusin et Offner, l'histoire des glaciers dauphinois pendant les trente dernières années commence à être assez bien connue. En 1900, M. Kilian a donné, en collaboration avec l'un de nous, un résumé des travaux antérieurs à cette époque, dans lequel il conclut que : « sur 26 glaciers » observés, un certain nombre ont subi, au cours de leur grande phase de » décrue, datant environ de 1850, un arrêt dans leur mouvement de recul » et même une période de crue passagère [crue de la fin du XIXᵉ siècle, de » M. Forel (²)]; mais, dans les Alpes Dauphinoises, ainsi que dans les Alpes

(¹) *Écho des Mines et de la Métallurgie.*

(²) W. Kilian et G. Flusin, *Observations sur les variations des glaciers et de l'enneigement dans les Alpes Dauphinoises,* Grenoble, Allier, 1900.

» Suisses, il est beaucoup de glaciers qui n'ont pas subi cette crue ». M. Kilian mettait ainsi en évidence les irrégularités et le peu de synchronisme des variations glaciaires dans les différents appareils d'une même région.

» L'an dernier, avec M. J. Offner, nous avons étudié en détail la partie sud-ouest du massif du Pelvoux. En 1904, un séjour prolongé au voisinage du glacier Noir et du glacier Blanc nous a permis, avec l'aide de M. Lafay, de dresser au $\frac{1}{10000}$ le plan de ces hautes régions.

» En même temps, malgré l'absence presque complète de documents météorologiques relatifs aux trente dernières années, nous avons cru pouvoir mettre en évidence une double loi, qui, jointe à la connaissance topographique de l'Oisans, permet d'expliquer les anomalies indiquées en 1900 par M. Kilian. L'objet de la présente Note est d'exposer les conclusions auxquelles nous sommes arrivés.

» Il convient, tout d'abord, de grouper les glaciers du Pelvoux ([1]) en différentes catégories, répondant chacune à des conditions topographiques et à une histoire particulière.

» 1. *Glaciers témoins du sud-ouest du massif.* — Glacier du Grand et du Petit Vallon, glacier d'Olan, glacier du Lauzon, de Gioberhoy, etc. Situés immédiatement en contrebas d'apics rocheux, sur un gradin élevé, à environ 3000^{m} d'altitude, ces glaciers sont à peu près dépourvus de bassins d'alimentation; ils n'ont cessé de reculer depuis 30 ans; quelques-uns ont entièrement disparu.

» 2. *Glaciers de cirque.* — Glacier de la Mariande, glacier d'Entrepierroux, du Fond, des Étançons, etc. Ces glaciers sont réduits aux portions voisines de leurs bassins d'alimentation; ils ont manifesté, vers 1890, une crue bientôt suivie d'une décroissance qui atteint inégalement, dans chacun d'eux, les parties à l'ombre et au soleil.

» 3. *Glaciers de vallée.* — Glacier du Chardon, de la Pilatte, glacier Noir, etc. Indépendamment de parties élevées, ces glaciers ont, en plus des précédents, un cours horizontal de 2^{km} ou 3^{km} situé à l'altitude de 2500^{m} à 2000^{m}. Dans leurs régions moyennes, ces glaciers, au moins les deux premiers, seuls bien connus, ont manifesté un peu plus tard que les précédents, vers 1890, un léger gonflement, tandis que leur front n'a cessé de reculer depuis 30 ans.

» 4. *Grand glacier de hautes régions,* d'un type très spécial. — Glacier Blanc. Il comporte une grande surface glacée à l'altitude de 3300^{m} à 3000^{m}; immense bassin de réception d'où la glace, par une chute de plus de 600^{m}, a accès dans les régions inférieures, où le glacier se termine après une courte partie horizontale. Le glacier Blanc a manifesté, de 1889 à 1896, une crue d'une particulière intensité.

» Tous les faits qui précèdent concordent à prouver que, *vers* 1890, *ou plutôt quelques années auparavant, une augmentation de l'alimentation des glaciers, c'est-à-dire de l'enneigement des hautes régions, a dû affecter tout le*

([1]) Consulter la Carte de l'État-Major au $\frac{1}{80000}$, feuille de Briançon.

massif du Pelvoux. Elle s'est traduite par une crue (crue de la fin du XIX[e] siècle) qui s'est fait sentir dans tous les glaciers où, par suite des conditions topographiques, l'alimentation est le facteur prépondérant du régime global du glacier. (*Glaciers de cirque. Gl. Blanc.*) Durant les trente dernières années, *l'ablation n'a pas dû cesser, au contraire, d'exagérer ses effets*. Elle a réglé à elle seule l'allure des *glaciers témoins*, mal alimentés du versant sud-ouest du massif. Pour les *glaciers de vallée*, elle l'a emporté sur l'augmentation de l'alimentation qui s'est produite vers 1890; si ceux-ci ont montré un gonflement dans les parties élevées, proches des bassins de réception, leur front, situé dans les régions basses, n'a cessé de reculer.

» Telles sont les deux lois météorologiques que nous avions établies l'an dernier, à la suite de nos observations de 1903 ([1]). Elles viennent d'être confirmées par l'étude approfondie du glacier Noir et du glacier Blanc et semblent, à l'heure actuelle, ne comporter aucune exception. Leur application, jointe aux données fournies par l'étude topographique des régions glacées de l'Oisans, permet de coordonner les observations recueillies jusqu'ici et l'on voit ainsi comment, dans les différentes parties d'un même massif montagneux, le jeu des mêmes causes météorologiques peut arriver à produire, au point de vue glaciaire, des effets très variés. »

HYDROLOGIE. — *Sur la résurgence de Wells (Angleterre) et la chronométrie de l'érosion souterraine*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Au mois de juin dernier, sur l'invitation de M. Balch, j'ai été examiner quelques-unes des importantes découvertes souterraines effectuées depuis 3 ans par ce dernier et ses collaborateurs dans le massif de calcaire carbonifère des *Mendip-Hills* (Somerset) entre Bristol et Wells. En constatant le considérable intérêt géologique et hydrologique de ces nouvelles recherches et notamment des descentes de 120^m à 150^m accomplies, grâce à des désobstructions artificielles, dans des abîmes jusqu'alors impénétrables, j'ai recueilli un renseignement particulièrement curieux à la résurgence dite *puits de Saint-André* : il est relatif à la *chronométrie de l'érosion et de la corrosion souterraines*.

» Dans la ville même de Wells, et sous le chevet d'une des plus belles cathédrales de l'Angleterre, jaillissent, par plusieurs émergences et à travers des alluvions qui ont

---

([1]) Flusin, Jacob et Offner, *Obs. glaciaires dans le massif du Pelvoux de l'été 1903*. Grenoble, Allier, 1904, p. 44 et suiv.

aveuglé les orifices de sortie de la roche, des eaux englouties 200^{m} plus haut et à 5^{km} ou 8^{km} de distance dans les *swallets* (gouffres absorbants et abîmes) du plateau des Mendip-Hills. La disposition est singulièrement analogue à celle de la source (?) et de l'église de Vertus (Marne) dans la craie.

» En 1895, le doyen actuel de la cathédrale de Wells (qui m'a donné lui-même ces indications) constata des lézardes inquiétantes dans l'abside et la salle capitulaire; pour consolider le monument, il en fit reprendre en sous-œuvre les fondations; ce travail provoqua la découverte, dans la crypte même, des *canaux naturels* rocheux qui conduisent l'eau vers le puits de Saint-André; et l'on put alors constater que, depuis l'époque de la construction (1242 à 1330 pour le chœur et 1286 à 1302 pour la salle capitulaire), c'est-à-dire depuis 6 siècles à 6 siècles et demi, l'érosion et la corrosion souterraines avaient approfondi de 12^{cm} à 15^{cm} seulement les aqueducs du calcaire et provoqué une disjonction et un porte-à-faux de cette dimension dans les assises de l'édifice; celui-ci n'ayant été préservé depuis longtemps d'un écroulement que par l'extrême lenteur du creusement hydraulique.

» Cet enregistrement historique et archéologique d'un cas particulier des effets de l'érosion souterraine n'autorise certes aucune conclusion générale; il montre au contraire combien la rapidité d'usure des roches par l'eau en mouvement doit varier selon les facteurs en présence (dureté, fissuration, pendage du terrain, débit, limpidité, température, composition de l'eau, etc.), puisque, dans les mollasses tendres du barrage de la Maigrauge à Fribourg (Suisse), M. J. Brunhes a constaté la formation très rapide de vraies marmites de géants; de même, à Bramabiau (Gard), dans l'infralias, j'ai, à diverses reprises, de 1884 à 1900, noté des changements de formes très appréciables parmi les cascades souterraines.

» Il serait facile (utile même pour la prévision d'éboulements éventuels) d'instituer, en cet ordre d'idées, des expériences précises et comparatives de mensuration dans les rivières souterraines reconnues parmi les calcaires d'âges différents et d'allures dissemblables : depuis le précambrien du Trou de Calel (Tarn) et le dévonien de Rémouchamps (Belgique), jusqu'au crétacé supérieur de Trépail (Marne), au miocène des grottes du Tarn-et-Garonne, et même aux tufs de Salles-la-Source (Aveyron) ou de Tivoli (Italie).

» Ce point de vue chronologique et nouveau des recherches d'hydrologie souterraine mérite, me semble-t-il, d'être pris en sérieuse considération. »

La séance est levée à 4 heures.

M. B.